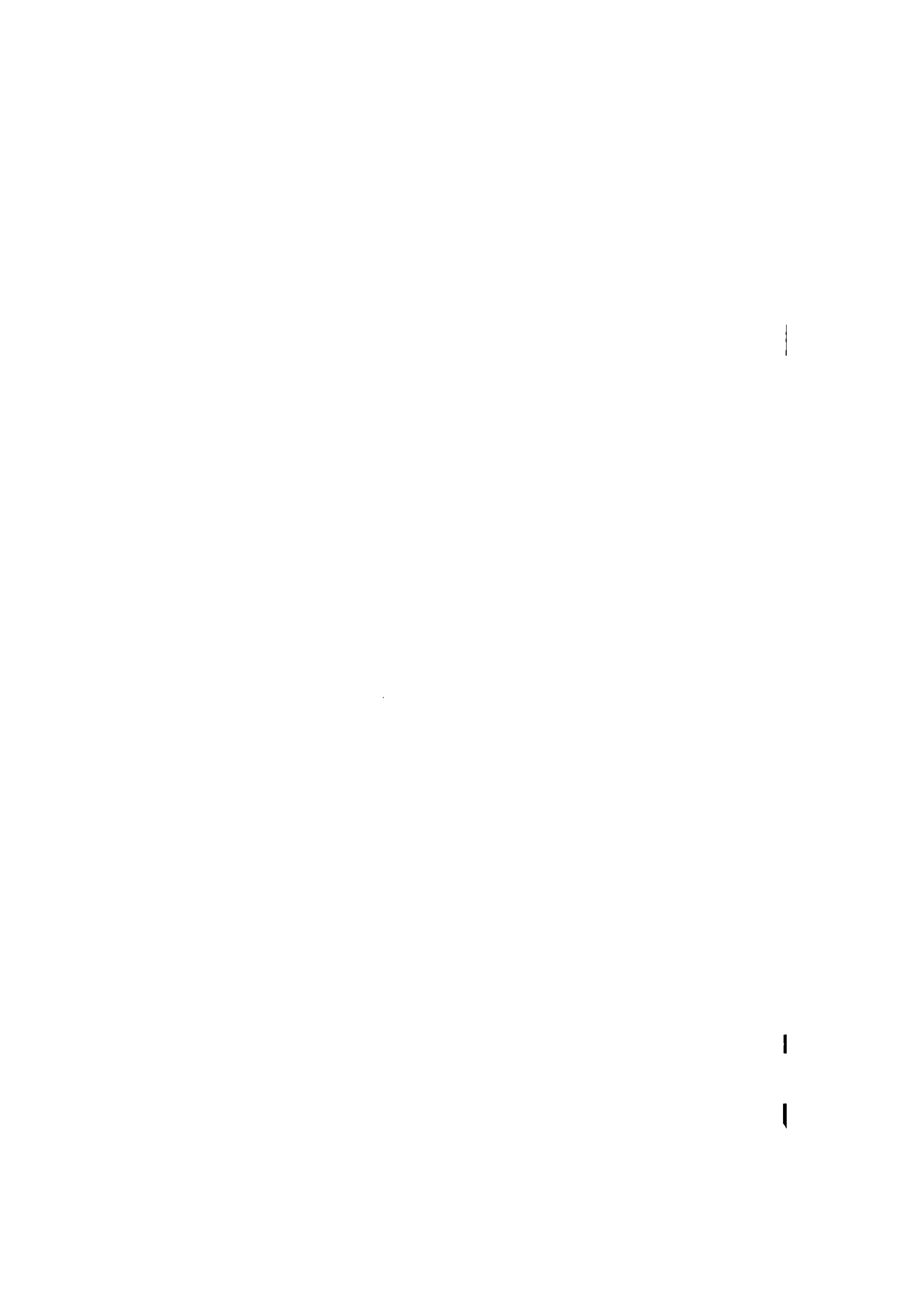








Annalen der Physik und Chemie



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXII.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

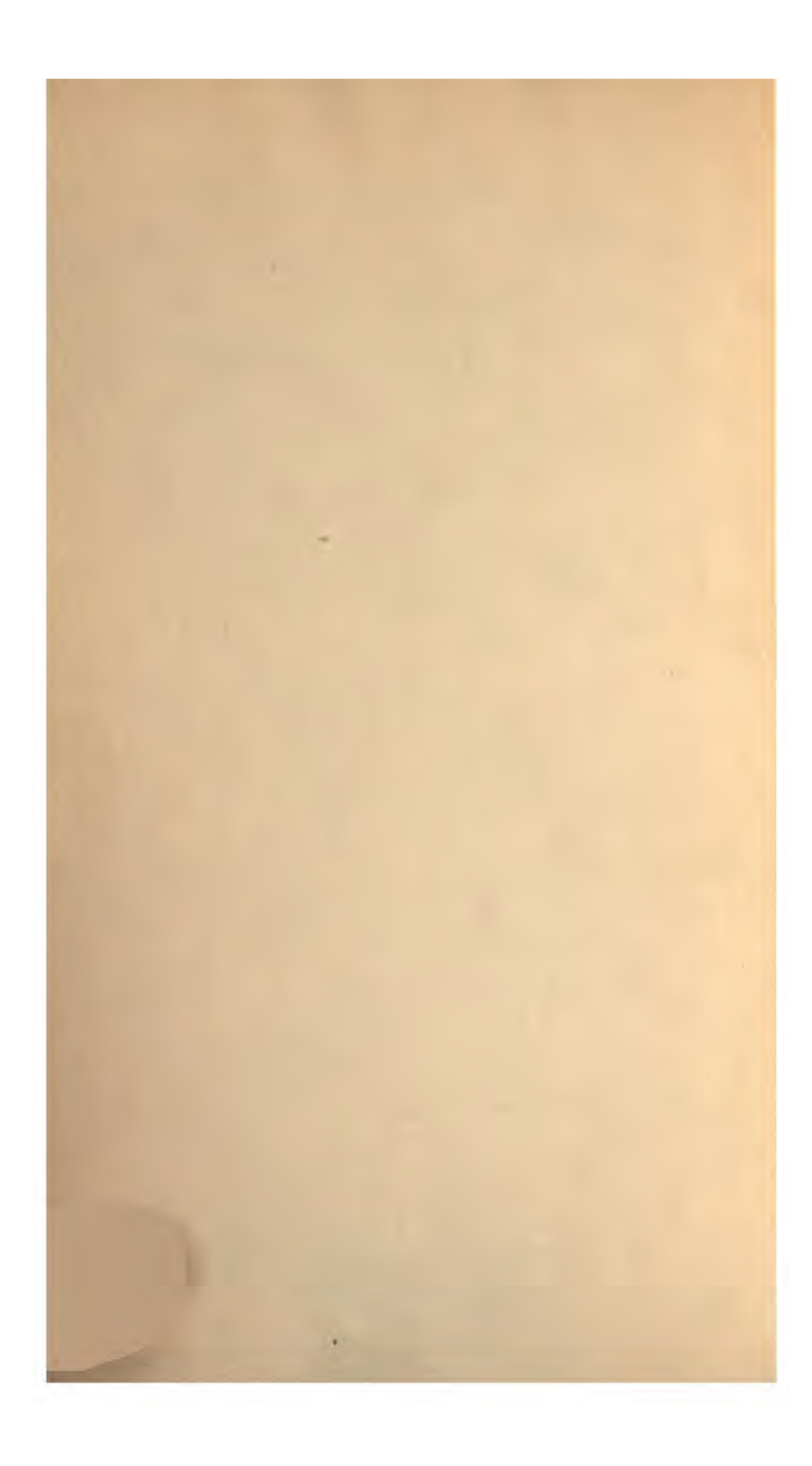
ZWEITER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1844.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.









Annalen
der Physik
und Chemie



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXII.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWEITER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1844.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

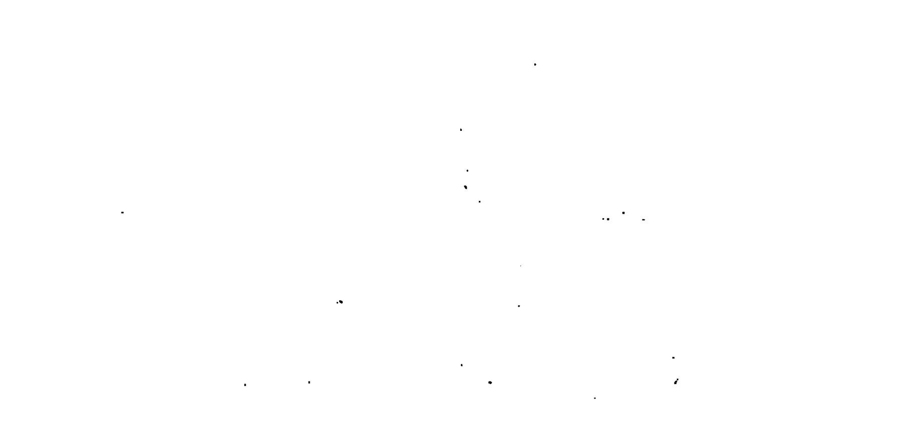
J. C. POGGENDORFF.

ZWEI UND SECHSZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT ACHT UND DREISSIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1844.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.





Inhalt

des Bandes LXII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Seite

Viertes Stück.

Seite

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Berichtigung. S. 448 muſs über den Zeilen 15 und 16 stehen *In den Baumwollenmanufacturen*

1844. ANNALEN №. 5.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXII.

I. *Noch ein Paar Worte über die Definition des Tones; von G. S. Ohm.*

I.

In einer vor nicht langer Zeit in diesen Annalen (Bd. LIX S. 513) erschienenen Abhandlung, welche den Titel: »Ueber die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen,« an ihrer Stirne trägt, habe ich Untersuchungen über die Definition des Tones mitgetheilt, welche in der Absicht von mir angestellt worden waren, zu erfahren, ob die aus älterer Zeit zu uns gelangte Ansicht über das eigentliche Element des Tones hinreichend seyn dürfte, die vielen seitdem zu Tage geförderten, zum Theil sehr räthselhaften akustischen Erscheinungen vollständig zu erklären, oder ob man, nach dem Ausspruche mehrerer unserer geschätztesten Akustiker zum Aufbau einer neuen, den gegenwärtigen vermehrten Bedürfnissen entsprechenden Definition Hand an's Werk zu legen sich werde bequemen müssen. Es lag klar am Tage, und schon die wenigen, am Eingange jener Abhandlung wörtlich mitgetheilten Stellen lassen darüber keinen Zweifel übrig, dafs man regelmäfsig wiederkehrenden beliebigen Eindrücken als solchen (nicht etwa nur in sofern sich diese als eine Summe aus mehreren Bestandtheilen von altangenommener Form betrachten lassen, denn in diesem Falle wäre man von der älteren Anschauungsweise nicht abgewichen gewesen) die Kraft beilegen zu müssen glaubte, einen Ton von der durch die Dauer jener Wiederkehr bedingten Höhe zu erzeugen, und dafs man zu dieser Neuerung durch jene Versuche angetrieben wurde, wo

Töne durch solche Eindrücke gebildet worden waren, deren Ausdehnung sich nicht in der früher angenommenen Weise über das ganze Intervall erstreckte, und deren Wirksamkeit nur nach einer Seite des Gleichgewichtszustandes hin sich thätig zeigte. Eben dieses Ursprunges der neueren Ansicht halber würde ich, aus einer Ursache, die ich gegen das Ende dieses Aufsatzes näher bezeichnen werde, nichts zu thun geglaubt haben, hätte ich an allgemeinen Formen die Möglichkeit, jene räthselhaften Erscheinungen aus der alten Vorstellungsart herzuleiten, nachgewiesen, und nicht vielmehr im Besonderen gezeigt, dafs diese Herleitung eben so gut bei einseitigen und das Intervall nicht ausfüllenden Eindrükken geschehen kann. Darum vermied ich in obiger Abhandlung ganz und gar die allgemeine Behandlungsweise, es vorziehend, in ihr blofs mit einseitigen und das Intervall nicht ausfüllenden Eindrücken mich zu befassen, worin ich noch durch die Wahrnehmung bestärkt wurde, dafs sich auf solche Weise eine ziemliche Anzahl zwar besonderer, aber eben durch ihre Besonderheit anziehender Sätze ergeben. Dabei machte ich jedoch ausdrücklich und wiederholt darauf aufmerksam, dafs sich die Untersuchung auch allgemein durchführen lasse. Ich gestehe offen, dafs ich nach der Abfassung der ersten zwölf Nummern jener Abhandlung die mir gestellte Aufgabe gelöst zu haben glaubte, und hängte die No. 13, welche mit den Worten beginnt: »Ich kann diese Abhandlung nicht schliefsen, ohne zuvor noch ein Paar Worte über die Stärke der auf sirenische Weise entstehenden Töne hinzuzufügen,« nur an, um in No. 14, welche die letzte der Abhandlung bildet, und mit den Worten anfängt: »Die in voriger Nummer stehenden Betrachtungen habe ich in der Absicht beigefügt, um noch eine Seite der höchst interessanten Seebeck'schen Versuche besprechen zu können«, — die wenigen über Intensität sirenischer Töne vorhandenen Angaben mit der Theo-

rie, so weit diefs thunlich war, zusammen zu halten. Ich legte auf diese Zugabe, bei unserer Unkenntnifs von der Form der Sireneneindrücke, bei der Dürftigkeit hierher gehöriger Erfahrungsdaten, und bei der beschränkten Behandlungsweise, die ich dort geflissentlich eingehalten hatte, selber keinen andern Werth, als etwa den, Andere, nachdem sie sich auf einen günstigeren Standpunkt gestellt haben würden, zu ähnlichen Vergleichungen anzureitzen.

Durch jene meine Abhandlung ist A. Seebeck (Poggend. Annalen, S. LX S. 449) veranlafst worden, eine zweite über die Sirene mitzutheilen, worin er dieselbe Untersuchung, welche ich an einseitigen und das Intervall nicht ausfüllenden Eindrücken durchführen zu müssen glaubte, an ganz allgemeinen Eindrücken unternimmt, und auch so wieder ganz zu denselben allgemeinen Folgerungen, die Art der an der Sirene auftretenden Töne betreffend, hingeführt worden ist, auf welche ich in den zwölf ersten Nummern der meinigen gestofsen bin. Damit ist die Bestätigung dessen gegeben, was in einer Anmerkung, S. 522, meiner Abhandlung steht, wo ich sage: »Es ist hier der gröfseren Einfachheit [1]) halber zwar nur eine besondere, jedoch entschieden einseitige Form der Verdichtung oder Verdünnung der Betrachtung zu Grund gelegt worden, es läfst sich aber die Untersuchung ganz in derselben Weise völlig allgemein und mit dem gleichen Erfolge durchführen, wozu nichts weiter als ein gröfserer Raum gefordert wird, den zu sparen ich mich verpflichtet hielt.« Aufserdem bringt Seebeck in dieser Abhandlung mehrere Ausstellungen an meiner Behandlung des Gegenstandes, und, worauf hier alles ankommt, weil es das eigentliche *punctum litis* ist, mehrere neue, factische Beweise, die gegen die Zulässigkeit der alten Ansicht von dem eigentlichen Ele-

1) Diese Stelle wolle der Leser so verstehen, als stände: Unter den einseitigen ist hier der gröfseren Einfachheit halber u. s. w.

ment des Tones gerichtet zu seyn scheinen, vor, deren Gewicht ich, um jene Streitsache zur weiteren Entwicklung zu führen, im Interesse der Wissenschaft zu besprechen nicht umhin kann.

Was zuerst Seebeck's Ausstellungen an meiner Behandlungsweise betrifft, so hängen alle mit dem Umstande zusammen, dafs ich blofs einseitige und das Intervall nicht ausfüllende Eindrücke in meine Betrachtungen aufnehmen zu müssen geglaubt habe, und beziehen sich insgesammt auf die vorhin besprochenen beiden letzten Nummern derselben. — An die Spitze dieser Ausstellungen hat Seebeck zwei, in der No. 13 befindliche Rechnungsfehler gestellt, die daraus hervorgegangen sind, dafs dort in dem Ausdruck für die Schwingungsweite:

$$\frac{4\alpha\lambda l}{\pi(l^2-4\lambda^2 i^2)}\cos\pi\frac{\lambda i}{l}$$

erstlich $\frac{1}{2}l$ anstatt λ, und dann noch l anstatt λ gesetzt worden ist, und im ersten Falle $\frac{\alpha}{2i}$, im andern $\frac{4\alpha}{\pi(i^2-1)}$ auf S. 558 meiner Abhandlung als das Resultat dieser Substitution sich angegeben findet. Von dem letzteren Fehler glaubt Seebeck (S. 455 seiner Abhandlung), dafs er in der letzten Nummer meiner Abhandlung zu ganz irrigen Resultaten geführt habe, da anstatt $\frac{4\alpha}{\pi(i^2-1)}$ stehen müsse $\frac{4\alpha}{\pi(4i^2-1)}$, und demgemäfs das Verhältnifs der Schwingungsweiten der auf einander folgenden harmonischen Töne durch die Zahlen

$$\frac{1}{3}, \frac{1}{15}, \frac{1}{35}, \ldots\ldots$$

dargestellt werden müsse, während die falsche Angabe dafür die Zahlen

$$\frac{1}{\infty}, \frac{1}{3}, \frac{1}{8}, \ldots\ldots$$

liefere. Nun kann ich zwar den so grofsen Einflufs dieses Fehlers auf die letzte Nummer meiner Abhandlung nicht zugestehen, weil ich nicht finde, dafs ich in dieser Nummer noch an einer anderen Stelle die falsche Angabe benutzt hätte, als S. 564, wo ich aus ihr für das Verhältnifs der Schwingungsweiten von der Octave zur Duodecime die Zahlen 8 und 3 hergeholt habe, während die verbesserte Leseart dafür die Zahlen 35 und 15 liefert; diese beiden Verhältnisse aber sich so wenig von einander unterscheiden, dafs sie dort zu keiner Aenderung der Rede Anlafs geben können. Es ist indessen recht wohl möglich, dafs sich in dieser letzten Nummer dafür andere Druck-, Schreib- und auch wohl Gedankenfehler vorfinden, wodurch sie entstellt wird. Ihre Entstehungsgeschichte ist nämlich folgende: Es konnte mir nicht entgehen, dafs die aus meinen besonderen Formen sich für die einzelnen Töne ergebenden Intensitäten mit der Erfahrung nicht wohl zusammenstimmen, insbesondere weil ich voraussetzte und auch (S. 564 meiner Abhandlung) kategorisch ausspreche, dafs Seebeck in solchen Fällen, wo die Löcher gleich weit von einander abstanden, nie einen der höheren Töne beobachtet hat [1]). Jedoch hatte ich keine Ursache, mich hierüber zu wundern, da die Besonderheit der meinen Formeln zu Grunde liegenden Eindrücke, die offenbar denen in der Wirklichkeit auch nicht von ferne gleichen konnten, mir gerade bei einer wirklichen Auswerthung der Formeln nicht viel Richtiges zu geben versprach. Dessen ungeachtet war ich begierig zu sehen, wohin mich eine fortgesetzte Vergleichung derselben mit der Erfahrung führen würde.

1) Ich war berechtigt diesen Satz so bestimmt auszusprechen, weil ich voraussetzen durfte, dafs Seebeck, ein so sorgsamer Beobachter, einen so wichtigen Umstand nicht verschwiegen hätte, hätte er ihn wahrgenommen; und doch schlofs ich fehl, weil Seebeck die Beitöne zwar beobachtet hatte, aber diese Wahrnehmung nicht veröffentlichte, weil er damals noch diese Töne für zufällig entstandene ansah.

So wurde ich bis dahin geführt, dafs diese besonderen Formen in Seebeck's Versuchen von jedem einzelnen Eindruck verlangen, dafs er sich über das ganze Intervall erstreckt habe, und der auf S. 565 besprochene Versuch zeigte zwar, dafs diese Folgerung nicht unrichtig sey, zugleich aber auch auf eine unzweideutige Weise, dafs die Sireneneindrücke entschieden doppelseitig sind, dafs also die Voraussetzung, von welcher ich ausgegangen war, unrichtig ist, durch welchen Ausgang meine Neugierde vollständig befriedigt worden war. Dessen ungeachtet fügte ich diese Spielerei meiner Abhandlung als Zugabe bei, aus dem so eben angeführten Grunde. Zum zweiten Male durchgerechnet, oder auch nur aufmerksam durchgesehen, habe ich diese Nummer nicht, weil ich es der Mühe nicht werth hielt und noch nicht halte. Wüfste ich aber gewifs, wie es den Anschein hat, dafs diese Nummer meinem freundlichen Gegner Veranlassung zu den in No. 20 seiner Abhandlung angestellten Vergleichungen gab, so würde ich sie von da ab in Ehren halten.

II.

Ich habe in Vorstehendem die individuelle Färbung meiner Abhandlung noch in ein grelleres Licht setzen zu müssen geglaubt, als diefs schon in ihr selbst geschehen ist, theils um auch nicht den geringsten Zweifel darüber übrig zu lassen, dafs ich mit meinem Opponenten hinsichtlich der nicht allgemeinen Anwendbarkeit jener besonderen Eindrücke auf numerische Bestimmungen an der Sirene vollkommen einverstanden bin, theils um den Leser von dieser Nebensache ganz abzulenken, damit er dem, was ich jetzt noch zu sagen habe, seine ganze Aufmerksamkeit schenken könne. Die Frage:

» ob ein Ton von der Schwingungsmenge m ausschliefslich gebildet werde durch eine Bewegung von der Form $a.\cos 2\pi(mt+\theta)$ oder nicht, «

scheint mir von der äufsersten Wichtigkeit zu seyn, denn

sie implicirt die andern, ob man die festen Punkte, von welchen aus bisher alle wichtigen Erscheinungen der Tonlehre ermessen worden sind, aufgeben müsse, ohne, wenigstens gleich jetzt, für dieselben andere *feste* Punkte setzen zu können; daher werde ich den von Seebeck in seiner Kritik meiner in I besprochenen Abhandlung gegen die Zulässigkeit jener festen Punkte beigebrachten Thatsachen Schritt vor Schritt nachgehen, um so wenigstens durch innere Beschauung des Gegenstandes ihr Gewicht zu prüfen, da ich mit dem Ohre in dieser Sache nichts zu thun vermag, weil mir die Natur ein musikalisches Gehör ganz und gar versagt hat. Dabei habe ich durchaus keinen anderen Zweck, als durch meine Einreden eine fortgesetzte, tiefere Untersuchung des Gegenstandes herbeizuführen, bin dagegen ganz unbekümmert darüber, ob meine persönliche Ansicht in diesem Kampfe siege oder falle.

Zuerst will ich Seebeck's auf jene Frage sich beziehende Argumente so kurz wie möglich, aber doch, ich hoffe es, vollständig genug hersetzen:

1) Er beginnt die allgemeine Untersuchung des Gegenstandes damit, dafs er als Form des Eindrucks folgende Summe von Gliedern:

$$a_1 \cos . \pi \frac{t-\theta_1}{l} + a_2 \cos . \pi \frac{2t-\theta_2}{l} + a_3 \cos . \pi \frac{3t-\theta_3}{l} \ldots \text{[1]} \quad (A)$$

annimmt, wodurch bekanntlich jede beliebige Function dargestellt wird, und leitet unter der Voraussetzung, dafs die vorhin hervorgehobene Frage bejaht werden müsse, aus der Summe seiner früheren Versuche mit Hülfe der von ihm neu mitgetheilten Thatsache, dafs sich an der Sirene zwar

1) Ich habe hier den constanten Theil A_0 weggelassen, oder, wenn man lieber will, an's Ende hingesetzt gedacht, weil er an den folgenden Betrachtungen keinen Antheil nimmt, und so die Schwingungsmenge mit der Stellenzahl des Gliedes übereinkommt, was den Ueberblick erleichtert.

neben dem tiefsten starken Tone höhere Beitöne, aber nur äufserst schwach hören lassen, als nothwendige Folge ab, dafs man dann auch jede folgende von den Gröfsen a_1, a_2, a_3, a_4 .... immer sehr viel kleiner als ihre zunächst vorhergehende, d. h. die auf einander folgenden Töne an Stärke sehr rasch abnehmend, sich zu denken habe, so weit wenigstens als seine Versuche reichen.

2) Er weist, immer unter derselben Voraussetzung, an jenem allgemeinen Eindrucke nach, dafs da, wo zwei solche völlig gleiche Eindrücke das Intervall erfüllen, und um das halbe Intervall von einander abstehen, als Resultat der Wirkung sich die doppelte Summe der in der Reihe (*A.*) befindlichen Glieder von gerader Stellenzahl ergebe, während die Glieder von ungerader Stellenzahl daraus ganz verschwinden, so dafs man in diesem Falle als ersten Ton den zweiten Ton der Reihe (*A.*) mit doppelt so grofser Schwingungsweite, als dort, erhalte; es müfste also, weil nach 1) der zweite Ton nur äufserst schwach gehört werde, auch hier der erste Ton nur schwach gehört werden, was gegen die Erfahrung sey. Eben so stelle sich die Erfahrung der unter jener Voraussetzung doch nothwendigen Folgerung entgegen, dafs der eine Eindruck in 1), wenn man ihn von doppelter Stärke nähme, als zweiten Ton denselben Ton und von derselben Stärke liefern müfste, als der ist, welcher hier als erster Ton auftritt (No. 15 seiner Abhandlung). — Denkt man sich aber einen von den beiden hier besprochenen gleichen Eindrücken dem andern gerade entgegengesetzt, so zeigt die Rechnung, immer unter derselben Voraussetzung, dafs man als Resultat der Wirkung die doppelte Summe der in der Reihe (*A.*) befindlichen Glieder von ungerader Stellenzahl erhalte, während die Glieder von gerader Stel-

lenzahl daraus ganz verschwinden. Hier wird also durch das Hinzutreten des zweiten Eindrucks der zweite Ton ganz aufgehoben, und auch in diesem Falle spreche sich der Versuch für die grofse Schwäche des zweiten Tones aus, weil aufserdem der Wegfall dieses zweiten Tones bei dem Hinzufügen des zweiten Eindruckes auffallender erscheinen müfste (No. 16 seiner Abhandlung).

3) Er zeigt immer unter der gleichen Voraussetzung, dafs da, wo drei völlig gleiche Eindrücke das Intervall erfüllen, und um den dritten Theil dieses Intervalls von einander abstehen, man als Resultat der Wirkung die dreifache Summe aller derjenigen in (*A.*) befindlichen Glieder erhalte, deren Stellenzahlen Vielfache von 3 sind, während alle übrigen Glieder der Reihe (*A.*) daraus verschwinden, so dafs man in diesem Falle als ersten Ton den dritten Ton der Reihe (*A.*) mit drei Mal so grofser Schwingungsweite erhalte; es müfste also, weil nach 1) a_2 viel kleiner als a_1, und a_3 wieder viel kleiner als a_2 zu nehmen wäre, in diesem Falle der erste Ton nur schwach sich hören lassen, was gegen die Wahrnehmung streite. Eben so stelle sich der Versuch der unter jener Voraussetzung doch nothwendigen Folgerung entgegen, dafs der eine in 1) betrachtete Eindruck, wenn man ihn von dreifacher Stärke nähme, als dritten Ton denselben Ton und von derselben Stärke liefern müfste, als der ist, welcher hier als erster Ton auftritt (No. 18 seiner Abhandlung).

4) Zuletzt (No. 31 seiner Abhandlung) theilt Seebeck noch das Resultat eines zur Probe angestellten Versuches mit. Es müfsten die in 2) betrachteten beiden Eindrücke von entgegengesetzter Art als ersten Ton denselben Ton und von derselben Stärke, unter der gemachten Voraussetzung, liefern,

als der eine Eindruck in 1), wenn er von doppelter Stärke genommen würde; aber auch dieser Folgerung widersprach die Erfahrung. Der Ton zeigte sich im ersten Falle auffallend schwächer als im zweiten, und nur unbedeutend stärker, als wenn der Eindruck in 1) von einfacher Stärke genommen wurde.

Aus vorstehenden, von 1) bis 4) entwickelten und durch die Erfahrung selbst aufgedeckten Widersprüchen, die allerdings von grofser Erheblichkeit sind, zieht Seebeck den Schlufs, dafs die gemachte Voraussetzung unrichtig sey, man folglich annehmen müsse:

»dafs ein Ton von der Schwingungsmenge m *nicht ausschliefslich* gebildet werde durch eine Bewegung von der Form $a \cos 2\pi\,(mt+\theta)$.«

Dieser achtbare Gelehrte findet jedoch, wenn ich ihn recht verstehe, ein Mittel jene Widersprüche aufzulösen, in der Annahme, dafs die spätern Glieder der Reihe ($A.$), welche Theile des in jedem Intervalle von der Länge $2l$ gleichmäfsig wiederkehrenden Eindrucks sind, und darum selber an dieser gleichmäfsigen Wiederkehr in jedem solchen Intervalle participiren, in ihrer Gesammtheit einen Ton zu liefern vermögen, von einer Höhe, wie sie diesem Intervalle entspricht. Auf's Neue angetrieben durch die von dem weisesten aller Naturforscher uns als Vermächtnifs hinterlassene Regel, welche von Seebeck in No. 6 seiner Abhandlung besprochen worden ist, werde ich die Zulässigkeit des hier dargebotenen Auskunftmittels einer Prüfung unterwerfen, und wenn es sich mir als unzulässig erweisen sollte, ein anderes an dessen Stelle zu setzen versuchen.

Um diese Prüfung aber mit der hier wünschenswerthen Kürze und doch mit zureichender Ausführlichkeit vornehmen zu können, bin ich gezwungen meine frühere Abhandlung noch ein klein wenig weiter fortzusetzen. Ihr letzter Satz lautet so: »Am Schlusse dieser Abhand-

lung will ich noch erwähnen, dafs sich mit *grofser Leichtigkeit*, und nicht ohne Gewinn für die tiefere Einsicht in den Gegenstand, aus den in ihr aufgestellten, der hier gewählten besonderen Form der Eindrücke entsprechenden, Resultaten diejenigen Zahlbestimmungen, welche Eindrücken *von ganz beliebiger Form* angehören, zusammensetzen lassen.« In der That sagt der Satz 10. *a*. (S. 543 meiner Abhandlung), dafs gleich weit von einander abstehende Eindrücke von der in meiner Abhandlung gewählten besondern Form zu allen jenen Tönen nichts beitragen können, deren Schwingungsdauer nicht dem Abstande dieser Eindrücke von einander gleich, oder ein vielter Theil davon ist. Nun besteht aber jeder beliebige, in dem Intervall $2l$ regelmäfsig wiederkehrende Eindruck, welcher sich durch die Reihe (*A*.) vorstellen läfst, aus Theilen, welche sämmtlich aus je zwei Reihen entgegengesetzter Eindrücke von der eben beschriebenen besondern Art zusammengesetzt sind, daher gilt von jeder solchen Reihe von Eindrücken die in Satz 10. *a*. ausgesprochene Eigenschaft, es kann daher das Glied $\alpha_1 \cos \pi \frac{t-\theta}{l}$ nur auf die Töne $\frac{1}{2l}, \frac{2}{2l}, \frac{3}{2l}, \frac{4}{2l}$ etc. Einflufs haben, das Glied $\alpha_2 \cos \pi \frac{2t-\theta_2}{l}$ nur auf die Töne $\frac{2}{2l}, \frac{4}{2l}, \frac{6}{2l}, \frac{8}{2l}$ etc., das Glied $\alpha_3 \cos \pi \frac{3t-\theta_3}{l}$ nur auf die Töne $\frac{3}{2l}, \frac{6}{2l}, \frac{9}{2l}, \frac{12}{2l}$ etc., und so ohne Ende fort. Erwägt man nun noch, dafs jedes Glied der Reihe (*A*.) lauter Paare an einander hängender entgegengesetzter und gleicher Eindrücke von der in meiner Abhandlung angenommenen besonderen Form in sich trägt, und bringt man damit den Satz 13. *f*. (S. 560 meiner Abhandlung) in Verbindung, wornach jede solche doppelseitige Tonwelle nichts zu jenen Tönen hergeben kann, deren Schwingungsmenge ein Vielfaches von der durch

als der eine Eindruck in 1), wenn er von doppelter Stärke genommen würde; aber auch dieser Folgerung widersprach die Erfahrung. Der Ton zeigte sich im ersten Falle auffallend schwächer als im zweiten, und nur unbedeutend stärker, als wenn der Eindruck in 1) von einfacher Stärke genommen wurde.

Aus vorstehenden, von 1) bis 4) entwickelten und durch die Erfahrung selbst aufgedeckten Widersprüchen, die allerdings von großer Erheblichkeit sind, zieht Seebeck den Schluſs, daſs die gemachte Voraussetzung unrichtig sey, man folglich annehmen müsse:

»daſs ein Ton von der Schwingungsmenge *m nicht ausschlieſslich* gebildet werde durch eine Bewegung von der Form $a \cos 2\pi (mt + \theta)$.«

Dieser achtbare Gelehrte findet jedoch, wenn ich ihn recht verstehe, ein Mittel jene Widersprüche aufzulösen, in der Annahme, daſs die spätern Glieder der Reihe (*A.*), welche Theile des in jedem Intervalle von der Länge $2l$ gleichmäſsig wiederkehrenden Eindrucks sind, und darum selber an dieser gleichmäſsigen Wiederkehr in jedem solchen Intervalle participiren, in ihrer Gesammtheit einen Ton zu liefern vermögen, von einer Höhe, wie sie diesem Intervalle entspricht. Auf's Neue angetrieben durch die von dem weisesten aller Naturforscher uns als Vermächtniſs hinterlassene Regel, welche von Seebeck in No. 6 seiner Abhandlung besprochen worden ist, werde ich die Zulässigkeit des hier dargebotenen Auskunftmittels einer Prüfung unterwerfen, und wenn es sich mir als unzulässig erweisen sollte, ein anderes an dessen Stelle zu setzen versuchen.

Um diese Prüfung aber mit der hier wünschenswerthen Kürze und doch mit zureichender Ausführlichkeit vornehmen zu können, bin ich gezwungen meine frühere Abhandlung noch ein klein wenig weiter fortzusetzen. Ihr letzter Satz lautet so: »Am Schlusse dieser Abhand-

beliebig vielen, in jedem Intervalle von der Länge $2l$ sich regelmäſsig wiederholenden und daher durch Rei wie die (*A.*) ist, darzustellenden Eindrücken auf die Erzeugung des Tones $\frac{m}{2l}$ erhalte, wenn man die Summe derjenigen Glieder dieser Reihen nimmt, die sich auf den gleichen Ton beziehen.

Der so eben erhaltene Satz, — daſs nur das eine Glied der Reihe (*A*) zur Erzeugung eines Tones von der in diesem Gliede vorhandenen Schwingungsmenge etwas beitragen kann, scheint nun zwar dem von Seebeck zur Erklärung der von ihm beobachteten Widersprüche vorgeschlagenen Auskunftsmittel sich geradezu zu widersetzen; denn wenn kein folgendes Glied der Reihe (*A.*) irgend einen Einfluſs auf den durch das erste Glied dieser Reihe gegebenen Ton ausüben kann, so kann auch die Summe aller folgenden Glieder keinen Einfluſs auf die Stärke des im ersten Gliede enthaltenen Tones haben, und damit wäre denn jenes vorgeschlagene Auskunftsmittel als unmöglich nachgewiesen. Indessen werde ich mich wohl hüten, diesen falschen Schluſs zu ziehen. Die in (*A.*) enthaltene Reihe ist nämlich nicht im Stande jede mögliche Succession von Eindrücken vorzustellen, sondern nur die, welche von Intervall zu Intervall immer dieselben Eindrücke und in derselben Weise wiederbringt; so wenig sie aber eine gegebene Succession von Eindrücken, in welcher irgend eine Unregelmäſsigkeit auftritt, darstellen kann, eben so wenig lassen sich

Hälfte jedes Drittel desselben u. s. w. in gleichem Maaſse beziehen. Gesetzt aber, so fährt mein Gegner fort, es lieſse sich zeigen, daſs gewisse Eindrücke, die in Deiner Reihe (*A.*) $\alpha_1=0$, $\alpha_2=0$, $\alpha_3=0$ werden lassen, doch den ersten oder zweiten oder dritten Ton dieser Reihe liefern, so wäre damit ja eben das Gegentheil von dem bewiesen, was Du beweisen wolltest. Wie hätte ich einen solchen Gegner anders als gerade durch die exceptionelle Behandlung solcher besonderer Eindrücke entwaffnen können?

aus ihr solche unregelmäfsige Successionen herholen. Es könnte daher wohl geschehen, und das Daseyn der Combinationstöne leistet im Grunde Gewähr dafür, dafs die folgenden Glieder der Reihe (*A.*) den im ersten Gliede enthaltenen Ton durch solche unregelmäfsige Successionen zu verstärken im Stande wären. Defswegen werde ich mich jenes Satzes zur Bekämpfung des von Seebeck vorgeschlagenen Auskunftsmittels nicht nur nicht bedienen, sondern vielmehr gleich von vorn herein die Möglichkeit, und wenn man will die Wirklichkeit einer solchen Verstärkung einräumen.

Aber auch diese Verstärkung zugestanden, was folgt aus ihr? Dafs der im ersten Glied der Reihe (*A.*) enthaltene Ton, durch die im 2ten, 3ten, 4ten .... Gliede enthaltenen Töne verstärkt werde, aber auch dafs der im zweiten Glied jener Reihe enthaltene Ton durch die im 4ten, 6ten, 8ten .... Gliede enthaltenen Töne in gleicher Weise verstärkt werde, weil diese letztern Glieder zum zweiten ganz dieselbe Beziehung haben, wie die vorigen zum ersten Gliede; und aus dem gleichen Grunde müfste wieder der im dritten Gliede enthaltene Ton in derselben Weise verstärkt werden durch die im 6ten, 9ten, 12ten .... enthaltenen Töne, und so ohne Ende fort. Es würden sonach alle in den auf einander folgenden Gliedern der Reihe (*A.*) enthaltenen Töne in gleicher Weise verstärkt, ja man müfste sogar die Verstärkung der in den folgenden Gliedern enthaltenen Töne relativ für gröfser annehmen, als die des im ersten Gliede enthaltenen Tones, so lange wenigstens als nicht erwiesen ist, dafs nicht auch jene Glieder der Reihe dazu beitragen können, die in vorstehender Betrachtung hierfür nicht in Anspruch genommen worden sind. Eine solche gleichmäfsige Verstärkung der in allen Gliedern der Reihe (*A.*) enthaltenen Töne, wenn man sie sich auch denken wollte, obgleich sie nicht wohl denkbar ist, würde aber jenes vorgeschlagene Auskunftsmittel von selber wieder

zu nichte machen; man müfste denn zu neuen Annahmen sich verstehen wollen, die kaum in etwas Anderm als darin bestehen könnten, als dafs dieselben Dinge unter den gleichen Umständen bald so und bald auch wieder anders wirken können. Ehe ich aber zu solchen Annahmen, die mir unaufhörlich ihr geisterhaftes »Ich bin's und bin's auch wieder nicht« schmerzhaft in das Ohr raunen, meine Zuflucht nehme, stelle ich lieber, keck wie Columbus, das Ei gleich auf die Spitze und behaupte: Jene von Seebeck wahrgenommenen Widersprüche beruhen auf einer Gehörstäuschung, in welcher unser Ohr befangen ist, auf ähnliche Weise, wie unser Auge in einer Gesichtstäuschung da befangen ist, wo es eine Mitteltinte an dunkler Gränze für heller, an heller Gränze für dunkler hält, als sie wirklich ist. Ich nehme nämlich an, dafs unser Ohr unwillkührlich den Hauptton für stärker ansieht, als er wirklich ist, und seine Beitöne für schwächer, als sie wirklich sind, es unentschieden lassend, ob diese Täuschung daher rühre, dafs es die Beitöne in den meisten Fällen gar nicht von dem Hauptton trennt, und dann nothwendig, und sich selber unbewufst, die in jenen liegende Kraft bei diesem mit in Anschlag bringt, und ob selbst da, wo eine solche Trennung durch unser Ohr bewirkt worden ist, diese doch immer nur theilweise erfolgt, so dafs noch immer der andere Theil zur scheinbaren Verstärkung des Hapttons seinen Beitrag liefert, oder ob dabei noch andere Momente zu Rath gezogen werden müssen. So viel aber scheint mir wenigstens gewifs, dafs durch meine Annahme nicht nur alle von Seebeck, weiter oben von 1) bis 4) mitgetheilten, den Rechnungsergebnissen scheinbar widerstrebenden Erfahrungen, sondern noch mehrere andere akustische Räthsel ihre einfache und ungezwungene Lösung finden. Einige von diesen Räthseln will ich durch ein Paar Fragen anzudeuten suchen. Woher kommt es, dafs man die Bei-

töne, wenigstens da, wo der Huptton nicht ganz oder fast ganz verschwindet, immer nur verhältnifsmäfsig schwach hört, während es doch bei den so mannigfaltigen Weisen, wodurch wir Töne hervorrufen, nicht wohl anders kommen kann, als dafs zuweilen die Eindrücke auch von solcher Art werden, dafs eins oder mehrere von den späteren Gliedern der Reihe (*A.*) Töne von gröfserer Stärke geben müfsten, als der Hauptton selber hat? Woher kommt es, dafs das in dieser Beziehung nicht sehr geübte Ohr die Beitöne meistens ganz überhört, während es doch, wenn es durch äufsern Antrieb darauf hingelenkt wird, dieselben auf einmal und dann recht deutlich wahrnimmt? Worin liegt der Grund, dafs in einem Concerte ein falscher Ton dem Ohr so laut sich ankündigt, selbst von einem Instrumente, das aufserdem kaum wahrgenommen wird? Wie lassen sich die Wirkungen der Mixtur an der Orgel begreiflich machen? Es scheint sogar als ob jene meine Annahme nicht blofs von dem Hauptton und seinen Beitönen gälte, sondern selbst von zwei Haupttönen, die in ähnlicher Beziehung zu einander stehen. Mehr aus Neugierde als in einer andern Absicht ersuchte ich einen meiner Freunde, der sich ehedem viel mit Musik abgegeben hat, er möge doch einmal an der Violine untersuchen, ob nicht, wenn er einen Ton sammt seiner Octave zugleich anstreiche und dann plötzlich den tieferen Ton weglasse, der übrig bleibende höhere Ton ihm stärker zu werden scheine. Dieser Freund brachte mir kurz darauf die Kunde, dafs allerdings, namentlich bei den tieferen Octaven, und wenn man die beiden Töne zugleich fest und wiederholt anstreiche, eine solche Verstärkung des höheren Tons gut merklich werde, dafs aber auch, was ihm besonders auffallend gewesen sey, der tiefere Ton eine recht fühlbare Schwächung erleide, wenn man unter den gleichen Bedingungen den Bogen plötzlich über der tieferen Saite allein wegstreichen lasse. Man sieht, dafs dieser Freund,

den

den ich blofs um die eine Seite meiner Annahme befragte, mir zugleich auch Antwort über deren andere Seite gab. Derselbe berichtete mir später, zu dem Versuche durch mich aufgefordert, dafs jene Erscheinung der Schwächung und Verstärkung nicht mehr, oder mindestens lange nicht mehr in dem Grade bemerkbar sey, wenn man die beiden Töne absichtlich unrein greift.

Doch es ist Zeit, dafs ich abbreche, denn schon überfällt mich einige Beklemmung in Folge der Kühnheit, womit ich Hypothesen wage in einer Sache, von der ich fast wie ein Blinder von der Farbe rede; indessen tröste ich mich wieder mit dem Gedanken, dafs meine Hypothese wenigstens das eine Gute in sich trägt, an den Prüfungsstein der Erfahrung angelegt werden zu können. Niemand wird besseres Licht auf diesen Gegenstand zu werfen im Stande seyn, als derselbe verdienstvolle Gelehrte, dessen gediegene Arbeiten meine Anerkennung in hohem Grade sich erworben, und gerade nur deshalb, weil sie meine Aufmerksamkeit mächtig fesselten, an einer einzigen Stelle meinen Widerspruch sich zugezogen haben; möge er daher recht bald die dazu erforderliche Mufse finden.

Der Stand der Sache läfst sich nun kurz so fassen: Die alte Definition des Tones enthält alles in sich, was die neueren Versuchsweisen hinsichtlich der Art der dabei auftretenden Töne an die Hand gegeben haben; Seebeck setzte es jedoch in seiner jüngsten Abhandlung aufser Zweifel, dafs die bei diesen Versuchen beobachtete Stärke der Töne mit den Rechnungsergebnissen durchaus nicht zusammenstimme, und ist deshalb geneigt, die Schuld davon auf jene alte Definition des Tons zu werfen. Mir scheint es gerathener, weil die von Seebeck vorgeschlagene Aenderung an der Definition des Tones in ein neues Labyrinth zu führen scheint, lieber gleich die Schuld davon auf unser Ohr zu schieben, das einer Täuschung oder, wenn man lieber will, Verwöhnung in

der Art ausgesetzt ist, daſs es zu dem tiefsten Tone solche höhere Töne, welche zu ihm das Verhältniſs eines Beitones haben, ganz oder theilweise herüberzieht und als zu ihm gehörig ansieht, aber darum unwillkührlich ein falsches Urtheil über die relative Stärke solcher Töne fällt.

II. *Untersuchung über die Temperaturen der verschiedenen Lichtstrahlen des Sonnenspectrums; von Hrn. Melloni.*

(*Compt. rend. T. XVIII p.* 39.)

Bekannt ist, welche Veränderungen die Begriffe der Physiker über die Wärmeverbreitung im Sonnenspectrum erlitten haben. Zuvörderst lieſs die Analyse von Newton glauben, daſs die ungleich farbigen und brechbaren Strahlen, aus denen das weiſse Licht besteht, eine ihrer Intensität oder Leuchtkraft proportionale Wärmkraft besäſsen. Diese Ansicht schien durch die Versuche von Landriani, Rochon und Sennebier bestätigt, da dieselben die höchste Temperatur in dem hellsten Theile des Spectrums, d. h. im Gelb oder zu Anfange des Orange, fanden. Diese Meinung änderte sich, als Herschel seine schönen heliothermischen Beobachtungen veröffentlichte, und daraus folgerte: 1) daſs im Spectrum jenseits des rothen oder unteren Endes dunkle Wärmestrahlen vorhanden seyen, und 2) daſs das Maximum sich unter den Strahlen nahe an dem besagten Ende befände. Später wiederholten Malus und Bérard die Herschel'schen Versuche in Gegenwart von Berthollet, und bestätigen, was das Daseyn der weniger als das Roth brechbaren Wärme betrifft, die von dem berühmten deutschen Astronom beobachteten Thatsachen; allein sie waren nicht

einig mit ihm über die Lage des Temperatur-Maximums; es schien ihnen entschieden genau an der Gränze des Spectrums, und nicht in dem benachbarten dunklen Theile zu liegen. Leslie, Englefield, Wünsch, Ritter, Davy und Ruhland unternahmen ähnliche Versuche, und fanden dabei bald die einen, bald die anderen dieser Resultate bestätigt.

Es war schwer zu glauben, dafs die Versuche so vieler und so geschickter Physiker fehlerhaft seyen; es war, mit anderen Worten, schwerlich vorauszusetzen, dafs nicht Jeder von ihnen das angegebene Resultat erhalten haben sollte: woher rührten denn die Unterschiede? Seebeck zeigte, sie entsprängen aus der Wirkung der verschiedenen durchsichtigen Substanzen der Prismen, mit denen man das Sonnenlicht zerlegte. Wirklich beobachtete Seebeck, als er bei Spectren von Prismen aus Wasser, Schwefelsäure, Alkohol und Kronglas den Gang des Thermometers vergleichend studirte, dafs das Maximum beim Wasserprisma im Gelb lag, bei dem Alkohol und der Schwefelsäure im Orange, also da wo Malus und Berard es bei Anwendung von Kronglas und gewissen Arten von Flintglas haben wollten, und bei einem Prisma aus englischem Flintglas in der von Herschel's Versuchen angegebenen Zone.

Nun fragte es sich, warum farblose Substanzen, die in den relativen Intensitäten der Lichtelemente keine Veränderung hervorbringen, so grofse Unterschiede in Betreff der Wärme geben. Diefs war genau die Aufgabe, die ich vor etwa zwölf Jahren zu lösen suchte, durch eine Reihe von Versuchen, deren erste Resultate durch Vermittlung des Hrn. Arago der Pariser Academie mitgetheilt, und später in den *Annales de chimie et de physique* für 1832 gedruckt wurden [1]). Nachdem ich die Temperaturen der hauptsächlichsten Farbenzonen eines Spectrums von einem Kronglasprisma beobachtet, und

1) Annalen, Bd. XXIV S. 640, auch Bd. XXXV S. 559.

als der eine Eindruck in 1), wenn er von doppelter Stärke genommen würde; aber auch dieser Folgerung widersprach die Erfahrung. Der Ton zeigte sich im ersten Falle auffallend schwächer als im zweiten, und nur unbedeutend stärker, als wenn der Eindruck in 1) von einfacher Stärke genommen wurde.

Aus vorstehenden, von 1) bis 4) entwickelten und durch die Erfahrung selbst aufgedeckten Widersprüchen, die allerdings von grofser Erheblichkeit sind, zieht Seebeck den Schlufs, dafs die gemachte Voraussetzung unrichtig sey, man folglich annehmen müsse:

»dafs ein Ton von der Schwingungsmenge m *nicht ausschliefslich* gebildet werde durch eine Bewegung von der Form $a \cos 2\pi\,(mt+\theta)$.«

Dieser achtbare Gelehrte findet jedoch, wenn ich ihn recht verstehe, ein Mittel jene Widersprüche aufzulösen, in der Annahme, dafs die spätern Glieder der Reihe ($A.$), welche Theile des in jedem Intervalle von der Länge $2l$ gleichmäfsig wiederkehrenden Eindrucks sind, und darum selber an dieser gleichmäfsigen Wiederkehr in jedem solchen Intervalle participiren, in ihrer Gesammtheit einen Ton zu liefern vermögen, von einer Höhe, wie sie diesem Intervalle entspricht. Auf's Neue angetrieben durch die von dem weisesten aller Naturforscher uns als Vermächtnifs hinterlassene Regel, welche von Seebeck in No. 6 seiner Abhandlung besprochen worden ist, werde ich die Zulässigkeit des hier dargebotenen Auskunftmittels einer Prüfung unterwerfen, und wenn es sich mir als unzulässig erweisen sollte, ein anderes an dessen Stelle zu setzen versuchen.

Um diese Prüfung aber mit der hier wünschenswerthen Kürze und doch mit zureichender Ausführlichkeit vornehmen zu können, bin ich gezwungen meine frühere Abhandlung noch ein klein wenig weiter fortzusetzen. Ihr letzter Satz lautet so: »Am Schlusse dieser Abhand-

lung will ich noch erwähnen, dafs sich mit *grofser Leichtigkeit*, und nicht ohne Gewinn für die tiefere Einsicht in den Gegenstand, aus den in ihr aufgestellten, der hier gewählten besonderen Form der Eindrücke entsprechenden, Resultaten diejenigen Zahlbestimmungen, welche Eindrücken *von ganz beliebiger Form* angehören, zusammensetzen lassen.« In der That sagt der Satz 10. *a.* (S. 543 meiner Abhandlung), dafs gleich weit von einander abstehende Eindrücke von der in meiner Abhandlung gewählten besondern Form zu allen jenen Tönen nichts beitragen können, deren Schwingungsdauer nicht dem Abstande dieser Eindrücke von einander gleich, oder ein vielter Theil davon ist. Nun besteht aber jeder beliebige, in dem Intervall $2l$ regelmäfsig wiederkehrende Eindruck, welcher sich durch die Reihe (*A.*) vorstellen läfst, aus Theilen, welche sämmtlich aus je zwei Reihen entgegengesetzter Eindrücke von der eben beschriebenen besondern Art zusammengesetzt sind, daher gilt von jeder solchen Reihe von Eindrücken die in Satz 10. *a.* ausgesprochene Eigenschaft, es kann daher das Glied $\alpha_1 \cos \pi \frac{t-\theta}{l}$ nur auf die Töne $\frac{1}{2l}, \frac{2}{2l}, \frac{3}{2l}, \frac{4}{2l}$ etc. Einflufs haben, das Glied $\alpha_2 \cos \pi \frac{2t-\theta_2}{l}$ nur auf die Töne $\frac{2}{2l}, \frac{4}{2l}, \frac{6}{2l}, \frac{8}{2l}$ etc., das Glied $\alpha_3 \cos \pi \frac{3t-\theta_3}{l}$ nur auf die Töne $\frac{3}{2l}, \frac{6}{2l}, \frac{9}{2l}, \frac{12}{2l}$ etc., und so ohne Ende fort. Erwägt man nun noch, dafs jedes Glied der Reihe (*A.*) lauter Paare an einander hängender entgegengesetzter und gleicher Eindrücke von der in meiner Abhandlung angenommenen besonderen Form in sich trägt, und bringt man damit den Satz 13. *f.* (S. 560 meiner Abhandlung) in Verbindung, wornach jede solche doppelseitige Tonwelle nichts zu jenen Tönen hergeben kann, deren Schwingungsmenge ein Vielfaches von der durch

Verhältnissen. Ueberdiefs gingen gleiche Wärmemengen, die von Schichten verschiedener Natur ausfuhren, in so verschiedener Menge durch eine gegebene Platte einer klaren, farblosen Substanz, dafs gewisse Strahlen gänzlich durchgelassen, andere aber vollständig absorbirt wurden. Diese Thatsachen combinirend mit der, dafs das Steinsalz eine jede Strahlengattung, directe oder vermöge ihres Durchgangs durch diathermische Mittel modificirte, unverändert durchläfst, glaubte ich dreist den Schlufs ziehen zu dürfen, dafs Glas, Wasser, Bergkrystall und überhaupt alle klaren und farblosen Körper thermochroïsch seyen, d. h. auf die Wärmestrahlen so wirken, wie farbige Mittel auf das Licht.

Nun zeigte sich die Frage über die Temperaturvertheilung im Sonnenspectrum unter ihrem wahren Gesichtspunkt. Gewifs würde man es abgeschmackt finden, wollte man die relativen Intensitäten der Lichtelemente vergleichen, die durch die Brechung in einem durch Kobaltoxyd oder einem andern Material stark gefärbten Glasprisma von einander getrennt worden wären. Und doch war diefs gerade, was man bis dahin gethan, als man die Wärmevertheilung an Spectren studirte, die man mit Prismen von Kron- oder Flintglas, Wasser, Alkohol u. s. w. erhalten hatte. Um die wahren Temperaturen der leuchtenden oder dunklen Zonen des Spectrums zu bekommen, hätte man offenbar das Sonnenlicht durch ein Prisma aus Steinsalz zerlegen müssen, da dieses, als gleich durchgänglich für jede Art strahlender Wärme, gewissermafsen das weifse Glas für die Wärme vorstellt. Ich ermangelte nicht diesen capitalen Versuch anzustellen, und fand, dafs in diesem normalen Spectrum das Temperatur-Maximum wirklich in dem dunklen Raum liegt, nicht an der rothen Gränze, wie es Herschel sen. mit seinem Flintglasprisma gefunden, sondern ganz abgesondert von den Farben, in einer *mittleren Entfernung* gleich derjenigen, die, nach entgegengesetzter Seite, zwischen dem Roth und Gelb vorhanden ist.

Die Zerlegung der Wärmestrahlungen mittelst eines Prisma aus Glas, Wasser, Alkohol oder einer analogen Substanz ist gänzlich verfälscht durch die Absorptionskraft des Prisma, welche, indem sie gewisse Wärme-Elemente auslöscht, den Rest der Wärmestrahlung in einem Zustand von Zusammensetzung durchläfst, der von dem vor der Incidenz ganz verschieden ist. Dieser Satz, dessen Richtigkeit für Personen, welche die Gesammtheit meiner Versuche über den Wärmedurchgang kennen, nicht im mindesten Zweifel haben kann, läfst sich direct auf folgende Weise darthun.

Man zerlege zuvörderst das Sonnenlicht durch ein Steinsalzprisma, und schalte darauf in die Bahn der prismatischen Strahlung eine Schicht von klarer und farbloser Substanz ein. Nach unseren Ideen über die Heterogenität der Elemente der Wärmestrahlung und über die auswählende Absorptionswirkung der eingeschalteten Substanz auf dieselben, ist es klar, dafs man analoge Effecte haben wird, wie die, welche man, vor der Kenntnifs des constanten diathermischen Vermögens des Steinsalzes, an den mit Prismen von Wasser, Glas oder ähnlichen Substanzen erhaltenen Spectren beobachtet hatte. Und wirklich, als ich mein normales Wärme-Spectrum durch eine ziemlich dicke Schicht von Flintglas gehen liefs, näherte sich das Temperaturmaximum etwas der rothen Zone, doch noch immer in dem dunklen Raum bleibend. Ich ersetzte das Flintglas durch gemeines Glas; das Maximum drang in's Rothe. Ich ersetzte es endlich durch Wasser und Alkohol, und siehe: das Maximum rückte bis zum anfangenden Gelb vor. Die Farblosigkeit der angewandten Mittel machte, dafs die Farben keine merkliche Aenderung erlitten, und das Maximum immer unverrückt, am Anfang des Gelb stehen blieb.

Die unteren Zonen des Spectrums können mithin dieselben Verhältnisse von Lichtstärke behalten und die zwischen ihren Temperaturen stattfindenden Beziehungen verlieren. Die Wärme-Elemente theilen also nicht das

Schicksal der entsprechenden Licht-Elemente. Mithin sind Licht und Wärme zwei verschiedene Agentien oder zwei wesentlich verschiedene Modificationen eines einzigen Agens.

Diese Argumentation gegen das *Identitätsprincip* würde widerspruchslos seyn, könnte man gewiſs seyn, daſs jedem Punkt des Spectrums ein Strahl von einem einzigen Grade der Brechbarkeit entspräche, und daſs nicht mehre verschiedene Strahlen daselbst einander überdeckten. Nun ist die vollständige Trennung der Elemente eines Sonnenstrahls mittelst Refraction eine Gränze, welche wir, mathematisch gesprochen, niemals erreichen können; dennoch leidet es keinen Zweifel, daſs man unter günstigen Umständen dahin gelangen werde, die Strahlen so zu trennen, daſs jede Linie oder jeder schmale Streifen des Sonnenspectrums nahezu aus Elementen von gleicher Brechbarkeit besteht [1]). Newton hat davon

1) Man muſs jedoch bemerken, daſs wenn es mittelst der Brechkraft eines klaren und farblosen Prismas gelänge, die Elemente der Sonnenstrahlung bis zu dem Punkt zu trennen, daſs jede schmale Zone des Spectrums als gebildet aus einer einzigen Strahlengattung betrachtet werden könnte, es durchaus nöthig wäre, die verschiedenen Lichtelemente durch dieselbe Brechkraft unter identische Umstände zu versetzen. Zwei Elemente von nahe derselben Farbe, d. h. nahe derselben Brechbarkeit, werden nämlich beim Durchgang durch das Prisma desto mehr von einander weichen und divergiren, als sie einer brechbareren Gruppe von Strahlen angehören, so daſs offenbar die oberen Zonen des Spectrums eine geringere Dichtigkeit haben werden, als die unteren. Das Newton'sche Spectrum würde also keine richtigen Angaben über die Verhältnisse der Leuchtkraft der verschiedenen, das Sonnenlicht zusammensetzenden Farbenstrahlen liefern.

Um diese Verhältnisse zu erhalten, hat Hr. Prof. Masotti die Data berechnet, die beitragen zur Bildung der Gitterspectra, worin die Elementarfarben sich vermöge einer bloſsen Interferenz neben einander ausbreiten, und sonach Räume einnehmen, die alleinig von ihrer Vibrationsperiode oder Undulationslänge abhängen. Für diese, von dem angedeuteten Mangel freien Spectra hat Hr. Masotti den hellsten Punkt genau in der Mitte des Gelb gefunden, und diese

in seinen bewundernswürdigen Versuchen über die Zerlegung des Lichts sehr schöne Beispiele geliefert; allein haben die Physiker, welche die Sonnenwärme zer-

wiederum in gleichem Abstande von beiden Enden, so daſs die rothe und die violette Gränze die mindest hellen Punkte des Spectrums sind und beide gleiche Lichtstärke haben. Hr. Masotti hat endlich bewiesen, daſs die Farben dieser beiden Gränzen aus Aetherwellen bestehen, deren Längen merkwürdigerweise in dem Verhältniſs 2 : 1 stehen. Diese schönen Resultate, die der Urheber auf der letzten Versammlung italiänischer Naturforscher mittheilte, wurden mit lebhaftem Beifall aufgenommen.

Die Physiker werden auf den ersten Blick die ganze Wichtigkeit derselben einsehen. Ich erlaube mir nur hinzuzufügen, daſs sie vollkommen mit dem Princip übereinstimmen, welches ich neuerlich über die *Consonanzen* und *Dissonanzen* der Netzhaut mit den Vibrationsperioden des Aethers aufstellte. (S. *Biblioth. universelle,* Apr. und Mai 1842 — Auch diese Annalen, Bd. LVI S. 574.)

Nach diesem Princip wäre das Sehen ein wahres Phänomen der *Resonanz*, welche, wegen der Gränzen der den Nervenmolecülen der Netzhaut eigenthümlichen Spannung, nur vermöge einer gewissen Gruppe von Aetherwellen stattfände. Das Spectrum enthielte eine weit ausgedehntere Reihe von Wellen als von Farben; dieſsseits des Roths fände man die längeren Undulationen, jenseits des Violetts die kürzeren; übrigens böten diese Undulationen, auſser der Länge, keine Unterschiede in ihrer Constitution mit den Lichtwellen dar. Die auſserhalb der beiden sichtbaren Gränzen des Spectrums liegenden Undulationen wären dunkel, weil sie auf der Netzhaut keine Vibrationsbewegung erregen könnten, weil ihnen, mit andern Worten, jede Art von *Consonanz* mit der *Elasticität der Netzhaut* abginge. Die gelbe Undulation dagegen wäre die leuchtendste von allen, weil sie, vermöge ihres *vollständigen Accordes* mit der *Moleculartension* der Netzhaut, den Nervenmolecülen dieser die stärkste Vibrationsbewegung einprägte. Schlieſst man sich dieser Ansicht an, so begreift man, wie in dem Sonnenspectrum die Amplitude der Aetherwellen, ihre Stärke u. s. w., folglich ihre Temperatur, fortwährend zunehmen könne vom Gelb bis zum Roth und darüber hinaus, während die Lichtstärke rasch abnimmt und am rothen Ende erlischt. Allein man begriff kaum, warum diese Abnahme weit rascher geschieht, als wenn man nach der entgegengesetzten Seite geht, d. h. vom Gelb zum Violett.

Gegenwärtig sehen wir aus der Arbeit des Hrn. Masotti, daſs dieser Unterschied in der Lichtstärke alleinig aus der ungleichen Ver-

legten, wirklich in jeder Zone des Spectrums mit homogenen Strahlen gearbeitet? Das ist eine Lebensfrage für das *Identitätsprincip*, denn wenn das Roth, Orange und Gelb, statt rein zu seyn, dunkle Wärmestrahlen enthielte, so würde es möglich seyn, dafs die beobachteten Temperaturveränderungen aus der mehr oder weniger starken Absorption dieser letzteren Strahlen und nicht der der Farbenstrahlen entsprungen wären, und dafs folglich, trotz des widersprechenden Anscheins, die Wärmewirkungen der unteren Strahlen wirklich von den klaren farblosen Substanzen nicht angegriffen würden, wie es in der That geschehen mufs, wenn man annimmt, dafs Wärme und Licht in der ganzen Erstreckung der Newton'schen Farben aus denselben elementaren Strahlen entstehen.

Diefs nun glaube ich wirklich bewiesen zu haben in einer neulich vor der Academie der Wissenschaften zu Neapel gelesenen Abhandlung, deren Hauptresultate summarisch in der fünften Versammlung italiänischer Naturforscher angekündigt worden sind [1]). Meines Erachtens sind die Resultate, welche von Seebeck und den Physikern vor und nach ihm in Bezug auf die Lage des Temperatur-Maximums im Sonnenspectrum erhalten wurden, nicht einfach, sondern zusammengesetzt. Diefs Maximum fand sich bald im Roth, bald im Orange, bald im Gelb,

theilung der Strahlen im *prismatischen Spectrum* entspringt, und dafs man ihn nicht mehr in den *Gitterspectren* findet, da hier die Strahlen regelmäfsiger vertheilt sind.

Die *Lichtempfindung* ist also stärker im gelben Centro des *normalen Bildes*, weil die Undulation daselbst die angemessendste Vibrationsperiode für die Molecular-Tension der Netzhaut besitzt; von dort nimmt sie *nach beiden Seiten hin gleichmäfsig* ab, bis zu dem Punkte, wo die Pulsationen der Aetherwellen zu rasch oder zu langsam werden, um noch eine *Resonanzbewegung* der Netzhautmolecüle zu erregen.

1) Die Abhandlung wird nächstens in dem *Compte rendu des séances de l'académie des sciences de Naples* und in der *Bibliothèque universelle de Genève* erscheinen.

weil, in Folge der angewandten fehlerhaften Methode, die verschiedenen farblosen Substanzen, aus denen die Prismen bestanden, gewisse dunkle Wärmestrahlen in mehr oder weniger groſsen Verhältnissen gemengt mit den unteren Zonen des Spectrums absorbirten.

Um der Academie zu zeigen, wie ich zu dieser, für die *Identitätstheorie* so wichtigen Folgerung gelangt bin, will ich die zu Ende meiner Abhandlung aufgestellten Schlüsse hersetzen.

»Zugegeben auch die Richtigkeit der Resultate von Seebeck, Wünsch, Davy, Englefield und anderen Physikern, die sich vor uns mit der Wärmevertheilung in den durch Prismen aus verschiedenen farblosen Substanzen erhaltenen Sonnenspectren beschäftigt haben, so schlieſsen wir doch, daſs man die Folgerungen, die man daraus glaubte ziehen zu müssen, nicht annehmen kann, denn die Lage des Maximums der Wärmestärke kann und muſs nur in Bezug auf eine einzige Reihe von Elementarstrahlungen nach deren Brechbarkeitsgraden entwikkelt seyn, und die so eben von uns angeführten Versuche geben, die aus der Ueberdeckung mehrer Reihen entspringenden Wärmen, ein wahres Mischmasch, worin die individuelle Kraft durch die Wirkung der Massen ganz unkenntlich gemacht ist.«

»Um die wärmenden Kräfte der einzelnen Farben des Spectrums zu haben, wäre es unumgänglich, mit einem senkrecht auf der Axe des Prismas weit schmäleren Bündel Sonnenstrahlen zu arbeiten, als es unsere Vorgänger gethan; auch müſste man die Elementarstrahlen in einem gewissen, von der Breite des Prismas abhängigen Abstande messen, und endlich einen thermoskopischen Körper anwenden, der eine hinreichend schmale Längenzone des Spectrums einnähme. Die beiden ersten Bedingungen, auffallend vernachlässigt von allen Physikern, die bisher die Wärme des Sonnenspectrums studirten, erhellt offenbar aus den so genauen Versuchen

Newton's über die Zerlegung des Lichts. Was die dritte betrifft, so scheint Niemand vor uns bemerkt zu haben, dafs in gewissen Spectren das *Wärmemaximum aufserhalb der Zone lag, wo man experimentell die höchste Temperatur fand, sobald das Volum des angewandten thermoskopischen Körpers gewisse Dimensionen erreichte*, und dafs diese Dimensionen bei mehren Versuchen meiner Vorgänger überschritten waren.«

»Wir haben alle diese Fehlerquellen zu vermeiden gesucht, und alsdann zeigten die Temperaturen der prismatischen Farben einen Charakter entgegengesetzt dem, welchen man ihnen zuvor beilegte; denn man glaubte, dafs sie ihre gegenseitigen Intensitätsverhältnisse bis zu dem Punkte veränderten, dafs sie, durch Wirkung verschiedenartiger klarer farbloser Substanzen, das Maximum von einer Farbe zur anderen gehen liefsen. Wir dagegen haben sie beständig die höchste Temperatur am rothen Ende behaupten gesehen, von welcher Beschaffenheit die farblose Substanz auch seyn mochte, die man anwandte, entweder in Prismenform, um das Sonnenlicht in seine Elementarstrahlen zu zerlegen, oder in Plattenform, um die absorbirende Wirkung des Körpers auf diese Strahlen zu erforschen.«

»Bei Anwendung von Mitteln, die nicht mehr ganz klar sind, sondern in einem gewissen Grade trüb, vermöge der Anwesenheit einer Substanz, die ohne Unterschied alle Farben des gereinigten Spectrums angreift, werden wir, in einer zweiten Abhandlung, diese Farben so innig an ihre Temperaturen geknüpft erblicken, dafs sie beim Durchgang genau eben so viel Wärme als Licht verlieren, so dafs das Verhältnifs dieser beiden Agentien immer ungestört bleibt. Es ist fast überflüssig hinzuzufügen, dafs wir dieselben gereinigten Farben des Spectrums reflectirt, gebeugt und polarisirt werdend, und dabei einen gleichen Antheil von beiden Agentien verlierend sehen werden.«

»Mithin besitzen die Lichtstrahlungen, befreit von jeder anderen heterogenen Strahlung, eine eigene Wärme, die genau dieselben Veränderungen erleiden, so dafs die verschiedenen Phasen eines gegebenen Strahls von *einfachem Licht* sich unterschiedlos sowohl durch seine Licht- als seine Wärmebeziehungen messen lassen.«

»Indefs hat uns der Versuch gelehrt, dafs die von unseren Vorgängern in den unteren Theilen des Sonnenspectrums beobachteten Unterschiede der Wärme- und Lichtstärke hervorgehen aus der absorbirenden Wirkung der farblosen Mittel auf die von Herschel *sen.* jenseit der rothen Gränze entdeckten dunklen Strahlen. In der angezeigten Abhandlung werden wir die verschiedenen Thatsachen zusammenstellen bezüglich auf diese Strahlen, die wir mit einer Thermochrose begabt finden ganz analog der der irdischen Wärmestrahlen, die alle Kennzeichen der eigentlichen Färbung besitzen, sowohl in der Strahlung selbst als in der wägbaren Substanz. Andererseits weifs man, dafs die dunkle Wärme Herschel's denselben allgemeinen Gesetzen der Propagation, Reflexion, Transmission und Polarisation unterworfen ist, welche die Bewegung des Lichts regieren.«

»Die Sichtbarkeit ist also die einzige Eigenschaft, welche in dem Sonnenspectrum die wärmenden und leuchtenden Elemente von denen unterscheidet, die blofs wärmend sind. Allein wir haben schon anderswo bemerkt, dafs die Eigenschaft des Erleuchtens in Bezug auf die strahlende Fluth nur eine ganz secundäre Wichtigkeit hat. Denn man findet Personen, welche das violette Ende des Spectrums nicht sehen, andere, welche das äufserste Roth mit dem Blau oder dem Grün verwechseln. Nun kann ein Strahl nicht zu gleicher Zeit blau, grün und roth, sichtbar und unsichtbar seyn. Die Fähigkeit, auf das Auge zu wirken oder nicht, ist also eine ganz äufserliche, zufällige, ganz von der besonderen Structur des Menschen und gewisser Thierklassen abhängige; sie kann

also in keiner Weise einen charakteristischen Unterschied zwischen den beiden Agentien begründen.«

»Die leuchtenden Strahlungen Newton's weichen also von den dunklen Strahlungen Herschel's nur durch specifische Eigenschaften ab, ganz ähnlich denen, durch welche die Elemente des Lichts von einander unterschieden sind, d. h. zwischen einem Lichtstrahl des Spectrums und einem dunklen Wärmestrahl, von unterhalb des Roth findet man genau dieselben unterscheidenden Charaktere wie zwischen zwei Farbenstrahlen.«

»Sonach bestätigt sich immer mehr und mehr die in einer der früheren Abhandlungen ausgesprochene Meinung, *dafs das Licht nichts ist als eine gewisse Reihe für das Gesichtsorgan empfindbarer Wärme-Anzeigen (indications calorifiques), oder, umgekehrt, dafs die Strahlungen der dunklen Wärme wahrhafte unsichtbare Lichtstrahlungen sind.*

III. *Untersuchung über die gebundene Wärme des Wassers* [1]); *von Hrn. de la Provostaye und P. Desains.*

(*Ann. de chim. Ser. III T. VIII p.* 5. — Eine vorläufige Notiz von dieser Arbeit, die zugleich das Historische des Gegenstandes enthält, wurde schon in den Ann. Bd. LIX S. 163 mitgetheilt. Wir gehen daher sogleich zu der neuen Untersuchung über. *P.*)

Ein kleines Gefäfs aus sehr dünnem Messing wurde zum Theil mit Wasser von einer Temperatur zwischen 18° und 30° C. gefüllt. Man setzte es mit dem Was-

1) *Chaleur latente de fusion de la glace* oder *chaleur latente de la glace* sagen die Verfasser (wie durchgehends die französischen Physiker), obwohl das Wasser und nicht das Eis die latente Wärme enthält, und sie andererseits ganz mit Recht die latente Wärme des Dampfes, nicht *chaleur latente de l'eau* nennen. *P.*

ser, welches es enthielt, und mit dem Thermometer, welches dessen Temperatur angab, auf die Schale einer Wage. Man zeichnete den Augenblick des Gleichgewichts genau auf, und brachte das Gefäfs rasch auf ein Gestell von Holz oder Glas, welches es nur mit drei Spitzen berührte. Einer der Beobachter rührte die Flüssigkeit eine Zeit lang um und beobachtete genau die Temperatur. Er schrieb die Grade und ihre Zehntel auf, während der Andere ein zuvor zugeschnittenes, recht reines und blasenfreies Stück Eis zwischen mehren Lagen Fliefspapier sorgfältig abtrocknete.

Im Augenblick der Hineinbringung des Eisstücks nannte der Eine laut den Hundertelgrad, während der Andere diese Zahl, so wie die Zeitsecunde, aufschrieb.

Der Erstere rührte das Gemenge beständig um, und verfolgte zugleich mit dem Auge das Sinken des Thermometers. In den ersten Momenten nannte er jeden Grad, und, wenn der Gang der Erkaltung sich verlangsamte, jeden Zehntelgrad. Der Andere zeichnete die diesen Beobachtungen entsprechenden Zeiten auf.

Die Endtemperatur war immer etwas verschieden von der der umgebenden Körper. Zuweilen wich sie nur um einen Bruchgrad ab, zuweilen war sie um 2 bis 3 Grad höchstens niedriger.

Nachdem wohl beobachtet worden, und meist wurde die Ablesung des einen Beobachters durch die des anderen controlirt, stellte man das kleine Gefäfs auf die Wagschale. Endlich wenn das Gleichgewicht hergestellt war, schrieb man abermals Stunde, Minute und Secunde auf. Fügte man nun zu den durch alle diese Operationen gefundenen Zahlen einige Berichtigungen aus einer Tafel hinzu, so hatte man die nöthigen Elemente zur Berechnung des Versuchs.

Die Berichtigungen betreffen die Bestimmung des Gewichts vom Wasser und vom Eise, die Temperatursenkung und den Werth der Endtemperatur.

Gewicht des Wassers. Um das wirkliche Gewicht des Wassers zu erhalten, dessen Wärme die Schmelzung des Eises bewirken soll, mufs man von dem durch die erste Wägung gefundenen Gewicht das Gewicht des Gefäfses und des Thermometers abziehen, das Gewicht dieses Gefäfses und Thermometers, in Wasser verwandelt, hinzufügen, und endlich die Wassermenge abziehen, die vom Moment der Herstellung des Gleichgewichts bis zum Moment der Einschüttung des Eises verdampft ist. Meistens betrug dieser Zeitraum ein bis zwei Minuten; directe Versuche über die Verdampfung erlaubten, in jedem Fall, den Werth des Verlustes streng zu bestimmen.

Gewicht des Eises. Zieht man von der durch die zweite Wägung erhaltenen Zahl die von der ersten gegebene ab, und fügt dem Unterschiede das Gewicht des Wassers hinzu, welches während der ganzen Zeit durch Verdampfung verloren ging, so erhält man das Gewicht des hineingebrachten Eises. Welche Sorgfalt man auch treffen möge, immer hält es eine dünne Schicht anhaftenden Wassers zurück. Das wie eben angezeigt gefundene Gewicht mufs also etwas verringert werden. Wir haben die Berichtigung zu bestimmen gesucht, indem wir erstlich das Eisstück abtrockneten, darauf ein zweites Mal mit Lagen von Fliefspapier, dessen Gewichtszunahme uns eine Idee von der etwa haften gebliebenen Wassermenge gab.

Diese Bestimmung ist nicht strenge, aber glücklicherweise hat sie nur einen sehr geringen Einflufs. Mehre ziemlich übereinstimmende Versuche haben uns gezeigt, dafs unter den Umständen, unter denen wir arbeiteten, ein Eisstück von etwa 65 Grammen solchergestalt zwischen 80 und 100 Milligrm. Wasser verlor. Nehmen wir dafür 90 Milligrm. und setzen den begangenen Fehler auf 30 Milligrm., d. h. $=\frac{30}{65000}=\frac{1}{2166}$ des gesammten Gewichts. Wenn also ein Versuch 79 gab, so würde er 79,03 geben, wenn man diesen Fehler beim anhaften-

tenden Wasser annähme. Auf einen solchen Grad von Genauigkeit machen wir keinen Anspruch, denn in den Unsicherheiten über die Temperaturen und die Berichtigungen der Erkaltung sind viel schlimmere Fehlerquellen vorhanden.

Berichtigung der Temperaturen. Ein Fehler von 0,1 Grad in dem Unterschied zwischen der anfänglichen und endlichen Temperatur kann eine Veränderung bewirken bis zu einer Einheit von der Zahl, welche die latente Wärme ausdrückt. Ein Fehler von 0,1 Grad in dem absoluten Werth der Endtemperatur verursacht einen Fehler von 0,1 in derselben Zahl. Denn zur Bestimmung der latenten Wärme hat man die Formel:

$$\frac{M}{m}(T-\vartheta)=L+\vartheta \; . \; . \; . \; . \; ^{1})$$

worin: M die Wassermasse, m die Eismasse, T die Anfangstemperatur des Wassers, ϑ die Endtemperatur des Gemenges und L die latente Wärme.

Es ist klar, dafs ein Fehler von $0^{\circ},1$ in dem absoluten Werth von ϑ im zweiten Gliede, in L auch einen Fehler von 0,1 verursacht.

Diese Bemerkung zeigt den Einflufs der Lage des Nullpunkts; wir haben ihn an unsern Thermometern mehrmals bestimmt. Die Differenz $T-\vartheta$ ist ersichtlich unabhängig von dieser Lage.

Der Fehler in $T-\vartheta$ findet sich mit dem Verhältnifs $M:m$ multiplicirt. Beträgt also ersterer $0^{\circ},1$ und ist $M=10m$, so steigt der Fehler in L auf eine Ein-

1) Herkömmlich haben wir die specifische Wärme des Wassers zur Einheit genommen. Nach Hrn. Regnault's Versuchen schwankt diese specifische Wärme zwischen 0° und 100° C. um 8 bis 9 Tausendstel. Wir haben diese Schwankung nicht berücksichtigt, was darauf hinauskommt, die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 0° und 30° zur Einheit zu nehmen, oder vielmehr die zwischen 8° und 30°, denn nur ein sehr kleiner Theil des Wassers, der aus der Schmelzung des Eises entstehende, geht von 0° auf 8° C.

heit. Diese Fehlerquelle läſst sich vermindern, wenn man das Gewicht des Eises gröſser nimmt gegen das des Wassers; allein man darf gewisse Gränzen nicht überschreiten, weil das zweite Glied sich wenig verändert, und also, wenn ein Factor des ersten abnimmt, der andere $T-\vartheta$ wachsen muſs; wenn aber der Unterschied zwischen der Anfangs- und Endtemperatur gröſser wird, steigt auch der Einfluſs des von der Erkaltung herrührenden Fehlers, und dieser Fehler läſst sich niemals ganz streng berichtigen. Alles erwogen, haben wir das Verhältniſs $M:m$ etwa von 10 bis 6 variirt. Wir halten es eben nicht für vortheilhaft zu diesen Gränzen herauszutreten. Was die absoluten Gewichte von M und m betrifft, so haben wir sie in einem sehr groſsen Maaſse verändert; das erstere von 150 auf 700, das zweite von 15 auf 100 Grm. Die erhaltenen Zahlen waren nahe dieselben. Diese Uebereinstimmung scheint uns zu beweisen, daſs wir alle zufälligen Umstände, welche die Resultate abzuändern vermögen, wohl ermittelt hatten.

Vorstehende Erörterung zeigt die Nothwendigkeit einer genauen Kenntniſs des Unterschiedes $T-\vartheta$, d. h. der Temperatursenkung, die alleinig aus dem Schmelzen des Eises entspringt. Nun war bei allen unseren Versuchen die direct beobachtete Endtemperatur zu niedrig und zwar um den ganzen Bruchgrad, welchen das Gefäſs durch Strahlung verlor. Es muſste also dieser Temperatur der berechnete Werth der Erkaltung hinzugefügt werden.

Nun haben wir bei Beschreibung des Details der Versuche gesagt, daſs wir eine Tafel bildeten, die auf der einen Seite die Reihe der abnehmenden Temperaturen und auf der anderen die diesen Temperaturen entsprechenden Zeiten enthielt. Mit diesen Zahlen kann man durch Rechnung den Gewinn oder Verlust an Wärme wegen der Strahlung berechnen. Mehre Versuchsreihen, gemacht mit demselben Gefäſs, auf demselben Gestelle

stehend, mit Wassermengen, wenig verschieden von denen, die wir anwandten, lehrten uns, welchen Bruch vom Grade das Gefäfs in der Secunde für diesen oder jenen Temperaturüberschufs verlor. Man multiplicirte hierauf respective jede dieser Zahlen mit der Zeit, während welcher das Gemenge diesen mittleren Temperaturunterschied besessen hatte. Für die Anfangstemperaturen genügte es, die Erkaltung von Grad zu Grad zu berechnen; für Temperaturen nahe der der Luft berechnete man sie für näher aneinander liegende Punkte [1]).

Wir haben gesagt, dafs die Endtemperatur immer sehr wenig abweichen müsse von der der umgebenden Körper. Diefs hat mehre Vortheile.

Wenn die Endtemperatur der der umgebenden Körper sehr nahe ist, so hält sie sich sehr lange, und man hat also alle Mufse sie streng zu beobachten.

Wenn diese Endtemperatur wenig von der umgebenden Temperatur abweicht, aber doch etwas niedriger ist, z. B. um zwei Grad, so sieht man, wenn man vergleichend den Gang des Thermometers und den einer Secundenuhr verfolgt, die Temperatur mit äufserster Langsamkeit einem Minimum näher kommen, dasselbe erreichen und darauf etwas rascher steigen. Die Lage dieses Minimums läfst sich alsdann sehr genau bestimmen.

Wenn aber die Temperatur weit unter die der Umgebung sinkt, so wird sie stationär, und steigt selbst ein

1) Da das Eis etwas leichter ist als Wasser, so ragt ein sehr kleiner Theil desselben aus diesem hervor. Wir haben untersucht, ob dieser Umstand einen Einflufs auf das Resultat habe, und ob ein Theil des Eises direct durch die Wärme der umgebenden Luft geschmolzen werde Bei einigen zu dem Ende angestellten Versuchen hielten wir das Eis mittelst einer kleinen Metallgabel untergetaucht; allein diese Abänderung hatte keinen wahrnehmbaren Einflufs auf unsere Resultate. Diefs begreift sich, weil die Masse beständig umgerührt, auch in jedem Augenblick vom umgebenden Wasser bedeckt wurde; die unaufhörlich erneute Wasserschicht ist in Wahrheit die oberflächliche Schicht, welche Wärme abgiebt und verschluckt.

wenig, bevor das Eis vollständig geschmolzen ist. Es ist alsdann unmöglich die Endtemperatur genau zu bestimmen. Endlich kann es in diesem Fall geschehen, dafs das Gefäfs bethaut.

Wenn die Endtemperatur der der umgebenden Körper nahe ist, sind die Fehler, die in den Berichtigungen wegen der Erkaltung begangen werden können, weit geringer.

Diese Berichtigungen werden nämlich erhalten, wenn man die Geschwindigkeit der Erkaltung für jeden Temperatur-Ueberschufs multiplicirt mit der Anzahl von Secunden, während welcher dieser Ueberschufs beinahe stationär war. Damit die Berichtigung so klein wie möglich sey, müssen etwas beträchtliche Erkaltungsgeschwindigkeiten mit den kürzesten Zeiten multiplicirt seyn und umgekehrt. Nun sinkt die Masse in ihrer Temperatur anfangs sehr rasch, weil sie in sehr vielen Punkten mit dem Eise in Berührung steht. So wie dagegen die Eismasse in dem Gemenge abnimmt, erfolgt die Temperaturabnahme mit gröfserer Langsamkeit, und der Verlust findet sich demgemäfs mit einem gröfseren Factor multiplicirt. Wenn dann dieser Verlust in der Secunde ungemein schwach ist, mag er nun mit grofser Genauigkeit bekannt seyn oder nicht, wird der Fehler nicht beträchtlich seyn. Ganz anders verhielte es sich aber, wenn die Temperatur bedeutend von der der benachbarten Körper abwiche. Aus allen diesen Gründen ist die Rumford'sche Compensationsmethode hier ganz unanwendbar. Sie setzt nämlich voraus, dafs der Körper dieselbe Zeit gebrauche, um von der anfänglichen Temperatur auf die der Umgebung und von dieser auf die Endtemperatur zu kommen. Allein bei unseren Versuchen brauchte das Gemenge mehr Zeit, um von der äufseren Temperatur auf 1 bis 2 Grad darunter zu kommen, als um von einer 8 bis 10 Grad höheren Temperatur auf die der umgebenden Körper herabzusinken.

Der so grofse Einflufs der Fehler auf die Temperaturen hat uns genöthigt, sowohl auf die Ablesung als auf die Verification unserer Instrumente die gröfste Sorgfalt zu verwenden. Wir haben zwei sehr empfindliche Thermometer angewandt, welche Zehntelgrade angeben. Der Zwischenraum zweier benachbarter Striche liefs sich leicht wieder in Zehntel theilen. Nachdem wir einige Uebung erlangt hatten, stimmten wir beständig überein, und unsere Ablesungen wichen nicht um 0,01 ab. Diese beiden Thermometer wurden in der ganzen, zu unseren Versuchen erforderlichen Ausdehnung der Scale von Zehntel- zu Zehntelgrad sorgfältig verglichen, nicht nur mit einander, sondern auch mit zwei Normalthermometern. Das eine dieser Normalthermometer war von Einem von uns getheilt und seine Theilung auf dreifache Weise geprüft, indem Quecksilbersäulen von verschiedener Länge von 5 zu 5 Theilstrichen verschoben und deren Enden mittelst Fernröhre beobachtet wurden. Hr. Regnault war so gütig seine Apparate für diese Prüfungen zu unserer Verfügung zu stellen, wofür wir hier demselben unsere Erkenntlichkeit bezeugen.

Diese dreifache Vergleichung lehrte uns, dafs unsere beiden Thermometer gegen den achten Grad über Null mit einander stimmten, zwischen dem 18ten und 28sten aber um 0°,06 bis 0°,07 von einander abwichen. Diesen scheinbar so schwachen Unterschied hätten wir aus den rohen, für die latente Wärme des Wassers erhaltenen Zahlen erkennen können, wenn wir successiv das eine oder andere dieser Thermometer anwendeten und ihre Anzeigen als richtig betrachteten. Indem wir dagegen den Unterschied berichtigten, führten wir die Uebereinstimmung wenigstens auf die Gränzen zurück, welche wir zu erreichen glaubten.

Das Mittel unserer Beobachtungen gab für die latente Wärme des Wassers 79°,25 C. [1]).

1) Man findet 79°,1 C., wenn man die beobachtete Anfangstempera-

Wir glauben nicht für eine Einheit in den Zehnteln einstehen zu können. Das Einzige, was wir glauben mit Sicherheit aus unseren Beobachtungen hervorgeht, ist: daſs die wahre Zahl nicht um drei Zehntel der Einheit im Mehr oder Weniger von diesem Mittel abweicht.

Wir wollen jetzt einen Theil der von uns erhaltenen Resultate hier auseinandersetzen. Wir begnügen uns mit etwa zwanzig Versuchen; es sind die letzten, folglich die, welche am meisten Vertrauen einflöſsen. Wir können indeſs versichern, daſs einige zwanzig andere, die früher von uns angestellt wurden, Zahlen gegeben haben, die mit dem Mittel, bei welchen wir stehen geblieben sind, übereinstimmen.

Unter diesen Versuchen wurden zehn mit beträchtlichen Gewichtsmassen angestellt, das Wasser dabei gemessen, das Eis gewägt. Das Gewicht des Eises wurde folgendermaſsen erhalten: man wägte auf einer Waage, auf Flieſspapier, eine offene Schale mit einem Stücke Eis; wenn alles bereit war, nahm man die Schale ab, wischte das Eis mit dem Papier ab, und wägte abermals Schale und Papier. Diese Methode, obwohl weniger genau als die zuvor beschriebene, hat uns dennoch nahe übereinstimmende Resultate gegeben.

Zum Verständniſs der nachstehenden Tafeln diene Folgendes. Die zweite Tafel enthält neun Spalten. Von diesen enthält No. 1 die Angabe des gebrauchten Gefäſses und Thermometers, No. 2 das berichtigte Gewicht des Wassers, No. 3 das berichtigte Gewicht des Eises, No. 4 die Anfangstemperatur, No. 5 die berichtigte End-

tur T nicht wegen des Fehlers berichtigt, der daraus entspringt, daſs ein Theil des Thermometerstiels auſserhalb der Flüssigkeit ist. Diese Berichtigung ist in der Tafel am Schlusse dieser Abhandlung nicht angebracht.

temperatur, No. 6 die Berichtigung dieser Temperatur, No. 7 die Temperatur der Luft, No. 8 die Zeit von der Einsenkung des Eises bis zu seiner vollständigen Schmelzung, No. 9 das berechnete Resultat.

Das kleine Messinggefäfs v hielt $0^m,07$ in Höhe und $0^m,06$ im Durchmesser; es wog 23,075 Grm., Werth in Wasser 2,166 Grm.

Zu einigen Versuchen gebrauchten wir ein anderes Gefäfs von dünnem Messing V von $0^m,12$ Höhe und $0^m,095$ Durchmesser; es wog 59,12 Grm., Werth in Wasser 5,51 Grm.

Von den beiden Thermometern wog das kleinere, *th*, 35,446 Grm., Werth in Wasser 1,1 Grm., das gröfsere, *Th*, 46,822 Grm., Werth in Wasser 1,47 Grm.

Daraus folgt, dafs wenn man das kleine Gefäfs und das kleine Thermometer, $v+th$, anwandte, man, um das wahre Gewicht des Wassers zu erhalten, von dem beobachteten Gesammtgewicht abziehen mufste:

$$23{,}075+35{,}446-2{,}116-1{,}1=55{,}253.$$

Wenn man das kleine Gefäfs und das grofse Thermometer, $v+Th$, anwandte, hatte man abzuziehen:

$$23{,}075+46{,}822-1{,}47-2{,}166=66{,}26.$$

Endlich mit dem grofsen Gefäfs und grofsem Thermometer, $V+Th$, hatte man abzuziehen:

$$59{,}12+46{,}822-5{,}550-1{,}47=98{,}92.$$

Die Berichtigung wegen der Erkaltung wurde angegeben, damit Jeder sich eine Idee von deren Einflufs machen könne. Es ist leicht zu ersehen, dafs wenn man sie nicht in Rechnung gezogen hätte, die gefundene Zahl gröfser gewesen seyn würde, gleich oder über 80.

In der ersten Tafel geben wir für einen Versuch alle Zahlen ausführlich, eingeschlossen die Tafeln, welche uns zu den Versuchen über die Erkaltung dienten.

Die Berichtigungen wegen der Verdampfung fliefsen aus einer einfachen, nach Dalton's Gesetz berechneten Formel. Für jede Reihe von Versuchen dienten uns,

wie gesagt, einige Verdampfungsbeobachtungen zur Bestimmung der Constanten.

Vollständige Tafel der Elemente, welche zur Berechnung des Versuches IX dienten.

Temperatur der Luft $=11^{\circ},8$ C. — Gewicht des kleinen Gefäfses + des grofsen Thermometers + Wasser $=226,88$ Grm. um $3^h\,50'\,45''$. — Gewicht des kleinen Gefäfses + des grofsen Thermometers + des Wassers + des geschmolzenen Eises $=243,453$ Grm. um $4^h\,7'\,11''$. — Um $3^h\,52'\,0''$, im Moment der Einsenkung des Eises, beobachtete Anfangstemperatur $=21^{\circ},81$ C., berichtigte $21^{\circ},71$.

Temperaturen.	Entsprechende Zeiten.	Temperaturen.	Entsprechende Zeiten.	Temperaturen.	Entsprechende Zeiten.
21°	52′ 10″	16°	52′ 47″	12°,9	54′ 2″
20	17	15	53 0	12 ,7	20
19	23	14 ,5	10	12 ,5	36
18	30	14	22	12 ,4	50
17	37	13 ,5	38	12 ,31	55 14
16,5	42	13 ,1	55	12 ,28	40
				12 ,27	56 0

Die beobachtete Endtemperatur $12^{\circ},27$ wird, $12^{\circ},17$, wenn man die Lage des Nullpunktes berücksichtigt. Diese Zahl ist noch wegen des Fehlers aus der Erkaltung zu berichtigen.

Tafel der Temperatursenkung in 1 Secunde, nach früheren Versuchen.

Temperaturüberschufs.	Erkaltung in 1 Seccunde.	Temperaturüberschufs.	Erkaltung in 1 Secunde.	Temperaturüberschufs.	Erkaltung in 1 Secunde.
10°	0°,00208	5°	0°,00089	1°,5	0°,00025
9	0 ,00191	4	0 ,00070	1 ,4	0 ,00022
8	0 ,00174	3	0 ,000496	1 ,0	0 ,00013
7	0 ,00150	2	0 ,000360	0 ,5	0 ,00006
6	0 ,00120	1 ,6	0 ,00029		

Gewichtsverlust durch Verdampfung von $3^h\,50'\,45''$ bis $3^h\,52'\,10'' = 0{,}011$ Grm.

Gewichtsverlust durch Verdampfung von $3^h\,50'\,45''$ bis $4^h\,7'\,11'' = 0{,}048$ Grm.

Tafel der Elemente eines Theils der Versuche, von denen in dieser Abhandlung die Rede war.

Gefäſs und Thermometer.	Berichtigtes Gewicht des Wassers. Grm.	Berichtigtes Gewicht des Eises. Grm.	Anfangstemperatur. C°.	Berichtigte Endtemperatur. C°.	Berichtig. an d. Endtemp. C°.	Temperatur der Luft. C°.	Zeit der Schmelzung.	Latente Wärme. Ber.
V+*Th**	697,122	79,670	27,2	13,316	0,076	16,9	5' 25"	78,92
V+*Th**	667,619	65,657	28,33	18,70	0,120	17,0	5 20	79,19
V+*Th**	621,149	61,544	26,69	17,15	0,084	17,1	6 5	79,07
v+*Th*	156,872	21,437	23,14	10,82	0,145	10,9	4 57	79,33
v+*Th*	156,915	18,439	22,13	11,51	0,180	9,9	4 10	78,86
v+*Th*	163,746	20,923	22,42	9,96	0,130	10,7	4 5	78,75
v+*Th*	157,963	20,938	27,17	10,255	0,140	11,4	4 36	79,00
v+*Th*	160,857	23,416	24,72	11,51	0,120	11,9	4 6	79,22
v+*Th*	160,619	16,593	21,71	12,274	0,104	11,8	4 0	79,06
v+*Th*	157,416	22,53	26,19	12,99	0,180	11,9	3 30	79,25
v+*th*	157,597	14,09	17,15	9,24	0,060	9,7	4 0	79,21
v+*th*	153,152	20,651	19,30	7,555	0,030	9,8	5 18	79,46
v+*th*	155,691	22,924	19,54	6,87	0,002	9,8	6 13	79,18
v+*th*	156,104	21,387	21,56	9,47	0,110	10,4	5 0	78,77
v+*th*	164,253	23,940	20,17	7,566	0,016	9,8	5 41	78,91
v+*th*	159,643	24,619	21,79	8,32	0,072	10,2	5 42	78,92
v+*th*	151,720	18,205	17,59	7,21	0,031	9,3	5 10	79,29
					Mittel			79,01

Um unterschiedlos alle Resultate kennen zu lehren, die seit einer bestimmten Epoche erhalten wurden, fügen wir hier einige Zahlen hinzu, die sich etwas von dem Mittel entfernen, müssen dabei aber bemerken, daſs die Prüfung der bei diesen Versuchen aufgezeichneten Elemente uns schon vor deren Berechnung einige leichte

* Wir verdanken der Güte des Hrn. Dumas zum Behufe der drei ersten Versuche eine sehr genaue Wage, die 1 Kilogrm. zu wägen erlaubt.

Fehler wahrnehmen liefs. Leicht begreift man, dafs sich bei einer langen Reihe so minutiöser Versuche eine Unachtsamkeit, ein Fehler in den Ziffern einschleichen konnte, der Einem von uns entging.

	Grm.	Grm.						
v+th	151,116	18,682	21°,96	10°,78	0°168	9°,2	5′ 0″	79°,65
v+th	167,451	24,325	19 ,95	7 ,32	0,068	9 ,3	6′ 10′	79 ,62

IV. *Ueber die gebundene Wärme des Wassers* [1]; *von Hrn. V. Regnault.*

(*Ann. de chim. et de phys. Ser. III T. VIII p.* 19.)

Zu mehren Malen habe ich mich mit der Bestimmung der latenten Wärme des Wassers beschäftigt, und dabei genau dieselbe Zahl erhalten wie die HH. de la Provostaye und Desains. Ich will diese Versuche summarisch beschreiben.

Die ersten Versuche wurden im Winter von 1841 und 1842 angestellt, mit sehr reinem krystallinischem Schnee, der auf einer Terrasse gesammelt worden, und der, wie die Luft, eine Temperatur etwas unter 0° besafs. Diese Umstände schienen mir die günstigsten zu seyn, um recht genaue Resultate zu erhalten, da sie erlaubten mit vollkommen trocknem Eise zu arbeiten, das zugleich so zertheilt war, um fast augenblicklich im Wasser zu schmelzen. Es liefsen sich auf diese Weise nicht mehr als vier Bestimmungen machen, weil Thauwetter eintrat.

Ich nahm mir vor, diese Versuche im Winter 1843 fortzusetzen; allein derselbe war in Paris so gelinde, dafs nicht ein einziger Tag die günstigen Umstände darbot. Ich entschlofs mich nun mit Eis in sehr reinen und recht

1) *Chaleur latente de fusion de la glace.*

dichten Stücken zu experimentiren. Die Resultate stimmten vollkommen mit denen der ersten.

Ich werde mit wenigen Worten die Anstellungsweise dieser Versuche beschreiben, und zwar zuvörderst die mit Schnee ausgeführten.

Ein kleiner Korb von Metallnetz, ähnlich denen bei meiner Untersuchung über die specifische Wärme angewandten [1]), wurde mit Schnee gefüllt und darauf ganz in äufseren Schnee eingelassen. Der Behälter eines Thermometers, dessen Nullpunkt einige Augenblicke zuvor geprüft worden, wurde in den Schnee des Korbes eingesenkt. Das Ganze blieb eine halbe bis volle Stunde stehen, und dann wurde die Temperatur des Thermometers aufgezeichnet. Sie war, wie die der umgebenden Luft, etwas unter Null.

Andererseits hatte man in einem Gefäfse aus dünnem Messingblech eine gewisse Menge Wasser auf eine schickliche Temperatur gebracht. Ein Thermometer mit sehr langem und dünnem Behälter (folglich grofser Empfindlichkeit) tauchte in diefs Wasser. Man bestimmte rasch das Gewicht des Wassers und brachte den Apparat vor ein horizontales Fernrohr, mittelst dessen man, nach vorheriger Umrühruug des Wassers, den Stand des kleinen Thermometers ablas. Im Moment, da man die Temperatur aufzeichnete, nahm ein Gehülfe den Korb voll Schnee, an Seidenfäden hängend, fort, und stellte ihn in das Gefäfs mit Wasser. Der Korb wurde fortwährend in der Flüssigkeit bewegt, und daher schmolz der Schnee ungemein schnell, niemals in mehr als 1 oder $1\frac{1}{4}$ Minute. Zugleich verfolgte der Beobachter das Thermometer mit dem Fernrohr und zeichnete das Temperatur-Minimum auf.

Der Apparat wurde alsdann unmittelbar auf die Waage gesetzt. Die Gewichtszunahme, in Bezug auf die erste Wägung, gab das Gewicht des Korbes mit dem darin

1) *Ann. de chim. et de phys.* T. *LXXIII p.* 20. (Annal. Bd. LI S. 57.)

enthaltenen Schnee an, folglich auch das Gewicht des geschmolzenen Eises.

Dieser Versuch giebt alle nöthigen Elemente zur Berechnung der gebundenen Wärme des Wassers. Man hat blofs noch die Minimum-Temperatur zu berichtigen, um den Bruchgrad, verloren während der Zeit des Versuchs durch die Erkaltung des Gefäfses, dessen Temperatur höher war als die des Zimmers. Diese, immer sehr kleine Berichtigung ward durch directe Versuche bestimmt.

Das Gefäfs, so wie das kleine Thermometer, war dasselbe, welches zu meinen Untersuchungen über die specifische Wärme angewandt wurde. Man hatte also [1]):

Werth in Wasser, des Gefäfses	5,18
Werth des eingetauchten Thermometertheils	0,52
Summe	5,60
Gew. des Korbes 11,25 Grm. Werth in Wasser	1,06

Die Temperatur des Eises war unter 0°, obwohl blofs um einen Bruchgrad; folglich absorbirte das Eis, bevor es schmolz, eine gewisse Menge Wärme, um auf 0° zu steigen. Die Bestimmung dieser Menge erforderte die Kenntnifs der Wärmecapacität des Eises. Ich habe sie als gleich mit der des Wassers angenommen. Diefs kann auf die Schmelzungswärme keinen merklichen Fehler herbeiführen, weil die Temperatur nur wenig von 0° entfernt war.

Folgende Tafel enthält die erlangten Resultate:

Geschmolzenes Eis. Grm.	Temperatur d. Eises. C°.	Gewicht des Wassers. Grm.	Anfangstemperatur. C°.	Endtemperatur beobacht. C°.	Endtemperatur berechn. C°.	Temp. d. Luft d. Zimm. C°.	Zeit der Schmelzung.	Schmelzungswärme.
46,81	−0,61	461,94	15,813	7,000	7,082	+2,6	1′ 30″	79,40
43,77	−0,06	461,33	16,865	8,534	8,629	+2,9	1 15	79,14
49,90	−0,51	462,05	15,756	6,503	6,525	+6,3	1 15	79,24
50,45	−0,32	462,20	16,122	6,776	6,798	+6,4	1 30	79,19
							Mittel	79,24

1) *Annales de chim. et de phys. T. LXXIII p.* 21. (Ann. Bd. LI S. 58.)

Die Versuche mit schmelzendem Eise wurden auf folgende Weise ausgeführt.

Ein Gefäfs von sehr dünnem Messingblech, gröfser als das zu den früheren Versuchen angewandte, wurde auf drei Holzspitzen in ein zweites Gefäfs gestellt; diefs war von Kupfer, von etwas gröfseren Dimensionen, und hüllte das erstere von allen Seiten ein. Der Boden dieses zweiten Gefäfses ragte etwas über die Seitenwände hervor, und auf dem Rande standen senkrecht drei Messingstäbe, die sich drei Decimeter über dem Gefäfse krümmten und zu einem Ringe vereinigten. Diese Vorrichtung gestattete, das Gefäfs mit Wasser leicht und schnell zu transportiren, und unten an die Waagschale zu hängen.

Einer der drei senkrechten Stifte trug einen horizontalen Ring, und an diesem war das kleine Thermometer befestigt, dessen Behälter in das Wasser des inneren Gefäfses tauchte.

In das innere Gefäfs brachte man eine gewisse Menge Wasser von zweckmäfsiger Temperatur, so wie einen kleinen Spatel von Rauschgold (*clinquant*) zum Umrühren des Wassers.

Man nahm das Gewicht des zum Versuch bestimmten Apparats und brachte ihn rasch an einen bestimmten Ort vor das horizontale Fernrohr. Ein Gehülfe rührte mittelst des mit einer Pincette gehaltenen kleinen Spatels das Wasser um, und der Beobachter zeichnete den Thermometerstand auf.

Andererseits hatte man zuvor mehre Stücke Eis in recht dichten und möglichst blasenfreien Stücken ausgewählt, und zwischen mehre Lagen Fliefspapier gelegt. Genau im Moment, da der Beobachter die Anfangstemperatur aufzeichnete, wischte der Gehülfe das erste Stück Eis in recht absorbirender Leinwand ab, und brachte es sogleich mittelst einer Pincette in das Wasser des Gefäfses, welches er nun fortwährend mit dem Spatel um-

rührte. Die übrigen Eisstücke, gehörig abgewischt, wurden nun gleich hernach von den Beobachter selbst hinzugefügt, und dieser begab sich darauf vor das Fernrohr, um den Gang des Thermometers zu verfolgen. Das Thermometer sank nun sehr rasch. Das Aufzeichnen der Temperaturen begann etwa eine Minute nach der Beobachtung der Anfangstemperatur, und wurde von halber zu halber Minute fortgesetzt, bis zum Moment des Minimums, welches gewöhnlich fünf Minuten nach der Beobachtung der Anfangstemperatur eintrat. Das Minimum der Temperatur wurde im Fernrohr mit gröfster Schärfe beobachtet. Es trat ein im Moment, da die letzten Eistheilchen verschwanden, weil das Thermometer, wegen seines sehr langen und ungemein dünnen Behälters, fast instantan mit dem fortwährend umgerührten Wasser in Gleichgewicht kam.

Nun brachte man den Apparat sogleich auf die Waage und bestimmte die durch das geschmolzene Eis verursachte Gewichtszunahme.

Die unmittelbaren Angaben des Versuchs erfordern mehre Berichtigungen, deren wichtigste die beobachtete Endtemperatur betrifft. Die Anfangstemperatur wurde fast im Moment beobachtet, da man das erste Stück Eis in's Wasser tauchte. Die Endtemperatur war fehlerhaft um die Gröfse, um welche das Thermometer vermöge der Erkaltung des Gefäfses in der Luft gesunken war. Diese Gröfse läfst sich unmöglich genau bestimmen; man mufs es also so einrichten, dafs sie möglichst klein werde. Zu dem Ende nehme man das Wasser von einer solchen Anfangstemperatur, dafs sie, nach der Schmelzung des Eises, einige Grade unter die Temperatur der Umgebung falle. Bei diesen Versuchen zeigte das Thermometer die Temperatur der umgebenden Luft 1′ 15″ bis 1′ 30″ nach der Beobachtung der Anfangstemperatur. Man nahm an, das Wasser habe sich während dieser Zeit auf einer constanten Temperatur, gleich der Hälfte des

anfänglichen Ueberschusses, gehalten, und man berechnete hienach den während dieser Zeit erlittenen Wärmeverlust. Von diesem Augenblick an bis zur Beobachtung der Minimum-Temperatur, welche nach Verlauf von 5 Minuten eintrat, gewann das Gefäfs dagegen an Wärme, weil es sich unterhalb der Temperatur der Umgebung befand. Man bestimmte diesen Gewinn, indem man die von halber zu halber Minute gemachten Ablesungen des Thermometers in Rechnung zog. Die Elemente zu dieser Berichtigung wurden übrigens für die beobachteten positiven und negativen Temparaturüberschüsse durch eine Reihe directer Versuche bestimmt.

Die daraus hervorgehende Berichtigung ist immer sehr klein; niemals steigt sie auf 0°,1, und meistens ist sie weit kleiner. Diese Bedingung ist wesentlich, und damit sie sicher erfüllt sey, ist es nöthig, mit einer etwas bedeutenden Wassermasse zu arbeiten. Bei allen meinen Versuchen betrug sie etwa 900 Grammen.

Die Anfangs- und Endtemperatur erleiden noch eine kleine Berichtigung, davon herrührend, dafs in den Thermometern die Stiele nicht dieselbe Temperatur haben, wie die Behälter. Die Berichtigung deshalb steigt aber nur auf einige Hundertel.

Eine zweite Fehlerquelle entspringt daraus, dafs das Eis, obwohl zuvor mit gröfster Sorgfalt abgetrocknet, doch nothwendig mit einer dünnen Wasserschicht bedeckt in's Gefäfs gelangt. Diese Menge flüssigen Wassers ist aber äufserst gering; man kann sie vernachlässigen, um so mehr als es unmöglich ist, sie mit Genauigkeit zu bestimmen. Uebrigens habe ich das Eis bald in zwei grofsen Stücken angewandt, bald in fünf bis sechs kleineren, was nothwendig die Oberfläche vermehren mufste, und niemals habe ich einen merklichen Unterschied wahrgenommen.

Eine dritte Fehlerquelle entspringt aus der Verdampfung des Wassers im Gefäfs, während der Dauer des

Versuchs. Diefs läfst die hinzugefügte Eismenge kleiner erscheinen als sie wirklich ist, macht folglich die Schmelzungswärme zu grofs. Um diesen Fehler so weit man kann zu schwächen, mufs man möglichst rasch arbeiten. Die Waage wog bei 1 Kilogrm. Belastung bis auf 1 oder 2 Milligrm.; allein man begnügte sich bei den Wägungen mit den Centigrammen, was hinreicht und ein rascheres Verfahren erlaubt. Die Waage behielt übrigens dieselbe Tara. Die Einrichtung des Gefäfses mit den drei Stäben, die oben in einen Ring zusammenliefen, bezweckte eben den Transport leicht und sehr rasch zu machen. Es war besonders nach der ersten Wägung, vor der Einsenkung des Eises, dafs der Verlust durch Verdampfung zu besorgen stand. Nach der Einsenkung sinkt die Temperatur sehr, und der Verdampfungsverlust wird viel geringer. Die Einsenkung des Eises geschah eine Minute nach der Wägung.

Um den Verdampfungsverlust für verschiedene Temperaturen zu bestimmen, machte man einige Versuche, wobei das Wasser, wie bei den eigentlichen Versuchen, beständig umgerührt ward. Sie gaben folgende Resultate:

Temperatur des Wassers.	Temperatur der Luft.	Verdampfungsverlust in 10 Minuten.
13°,39 C.	13°,5 C.	0,050 Grm.
16 ,30	13 ,5	0,127
19 ,96	13 ,5	0,230
24 ,54	13 ,5	0,400

Hienach stieg bei einem meiner Versuche der Verdampfungsverlust höchstens auf 0,07 Grm. Er ist also, gegen ein Gewicht von mehr als 100 Grm. geschmolzenen Eises, vollständig zu vernachlässigen. Man kann übrigens annehmen, dafs diese Fehlerquelle, welche die latente Wärme zu grofs zu machen strebt, compensirt wird durch die Ursache, welche sie zu gering zu machen sucht, und daraus entspringt, dafs das Eis immer benäfst ist.

Die

Die folgende Tafel enthält alle erlangten Resultate:

Gewicht des Messinggefäſses, nebst Spatel,
68,520 Grm. . . . . . . Wasserwerth 6,434 Grm.
Eingetauchter Theil der Thermometer - - 0,516 -

Zusammen 6,950 Grm.

Dieſs muſs zu jedem in das Gefäſs gebrachten Gewicht Wasser addirt werden.

Gewicht des geschmolzenen Eisens. Grm.	Gewicht des Wassers im Gefäſs. Grm.	Anfangstemperatur.	Endtemperatur beobachtet.	Endtemperatur berechnet.	Temp. d. umgebenden Luft.	Dauer der Schmelzung.	Schmelzungs-Wärme
88,75	918,85	23°,815	14°,719	14°,808	14°,0	4′ 0″	79°,22
123,23	898,45	23 ,657	11 ,315	11 ,355	14 ,2	5 30	79 ,06
125,15	921,22	24 ,516	12 ,156	12 ,226	14 ,2	4 30	78 ,99
116,02	918,80	25 ,905	14 ,220	14 ,220	15 ,2	3 30	79 ,07
110,00	927,75	20 ,319	9 ,866	9 ,841	13 ,0	5	79 ,16
135,70	940,65	20 ,110	7 ,726	7 ,680	13 ,2	5	79 ,06
138,42	929,60	22 ,516	9 ,375	9 ,368	13 ,5	5	79 ,51 *)
130,90	934,35	20 ,119	8 ,018	7 ,995	12 ,5	5 30	79 ,16
120,67	944,95	19 ,810	8 ,716	8 ,703	12 ,7	5	78 ,89
127,25	905,75	21 ,334	9 ,100	9 ,088	13 ,0	5	78 ,74
128,67	932,20	22 ,833	10 ,582	10 ,583	13 ,3	5	78 ,83
120,25	935,70	20 ,593	9 ,308	9 ,294	13 ,5	5	79 ,26
137,06	901,77	21 ,334	8 ,226	8 ,192	13 ,7	5	78 ,93
						Mittel	79°,06

Die Resultate dieser Reihe stimmen sehr gut mit denen der ersten. Das Mittel ist fast identisch mit dem von HH. de la Provostaye und Desains gefundenen.

*) Die von diesem Versuch gelieferte Zahl ist etwas zu groſs, weil, wie man bemerkte, bei Einsenkung des Eises ein Tröpfchen Wasser fortspritzte. Dieſs muſste das Gewicht des geschmolzenen Eises ein wenig zu gering erscheinen lassen.

V. *Untersuchungen über die specifischen Wärmen; von Hrn. V. Regnault.*

(Ann. de chim. et de phys. Ser. III T. IX p. 322.)

Dritte Abhandlung[1]).

Die Untersuchungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen, sind meistens schon etwas alt; ich habe lange angestanden sie zu veröffentlichen, weil sie mir nicht alle erwarteten Resultate gegeben haben. Ich glaube indeſs, daſs sie für die Wissenschaft einigen Nutzen haben können, indem sie neue Data liefern zur Beurtheilung der Methoden, die zur experimentellen Bestimmung der Wärmecapacität der Körper vorgeschlagen worden sind; sie ersparen deshalb vielleicht den Physikern, die sich mit demselben Gegenstand beschäftigen wollen, einen groſsen Zeitverlust.

Diese Abhandlung zerfällt in zwei Theile. In dem ersten gebe ich Versuche über einige isomere Flüssigkeiten, so wie diejenigen, die ich unternahm, um zu sehen, ob die specifische Wärme in merklicher Weise durch die Härtung abgeändert werde bei den Körpern, welche durch diese Operation eine beträchtliche Veränderung ihrer physischen Eigenschaften erleiden. Der zweite Theil enthält Versuche, die ich nach der Erkaltungsmethode angestellt habe.

Erster Theil. Specifische Wärme einiger mit dem Terpentinöl isomeren Flüssigkeiten.

Diese Versuche sind nach den in meinen beiden ersten Abhandlungen beschriebenen Methoden angestellt

1) Die erste findet sich in dies Ann. Bd. LI S. 44 und 213, die zweite im Bd. LIII S. 60 und 243.

worden. Die Flüssigkeiten befanden sich eingeschlossen in Röhren, die vor der Lampe zugeschmolzen und ihrem Gewichte nach bekannt waren. Diese Röhren wurden in ein Körbchen von Messingdraht gelegt und mit einigen Bleischeibchen belastet, damit das System schwerer als das Wasser wäre, welches von ihm in dem erkältenden Gefäſse verdrängt wurde.

Die angewandten Substanzen waren ihrer Reinheit nach verbürgt; Chemiker, die mit ihren Studium beschäftigt waren, hatten sie mir überlassen. Diese Substanzen sind: *Terpentinöl* und die daraus von Hrn. Deville erhaltenen abgeänderten Substanzen, nämlich: *Terebēn*, *Terebilēn* und *Camphilēn*, ferner *Citronen-*, *Orangen-* und *Wacholderöl*, endlich das *Petrolēn* von Hrn. Boussingault. Die Tafel I (S. 70) enthält die Resultate dieser Versuche, unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen wie in meinen beiden früheren Abhandlungen.

Bemerken wir zuvörderst, daſs die in diesen Versuchen gefundene specifische Wärme des Terpentinöls weit gröſser ist als die in den früheren erhaltene [1]). Dieſs rührt davon her, daſs die Zahl 0,4672 die mittlere specifische Wärme des Terpentinöls zwischen 100° und der Temperatur ausdrückt, bei welcher das Oel in das erkältende Gefäſs hinabsinkt, wogegen die Zahl 0,426 sich auf die Wärmemenge bezieht, welche das Oel aufnimmt, um seine Temperatur von der, welche es unmittelbar vor Eintauchung des erhitzten Körpers besitzt, zu erheben auf die, welche es nach der Eintauchung annimmt. Mit andern Worten: die Zahl 0,4672 ist die mittlere specifische Wärme des Oels von 100° bis etwa 15° C., während die Zahl 0,426 die mittlere specifische Wärme von 15° bis 20° C. ausdrückt.

Wir sehen daraus, daſs die specifische Wärme des

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. II T. LXXIII p.* 35. (Ann. Bd. LI S. 71.)

Terpentinöls rasch steigt mit der Temperatur. Eine ähnliche Zunahme wurde schon von **Dulong** und **Petit** bei einigen Metallen bemerkt [1]); allein sie ist bei diesen Körpern weit schwächer, und zeigt sich in merklicher Weise nur bei grofsen Temperaturdifferenzen. Wahrscheinlich steht die Zunahme der specifischen Wärme der Körper mit der Temperatur in Beziehung zu dem Anwuchs ihrer Ausdehnung unter denselben Verhältnissen, und der gröfste Theil, vielleicht die Gesammtheit dieser Zunahme, mufs der durch den Anwuchs der Ausdehnung absorbirten latenten Wärme zugeschrieben werden. Beim Terpentinöl ist die Veränderung der specifischen Wärme mit der Temperatur so bedeutend, dafs sie selbst bei sehr kleinen Temperaturveränderungen, wie die in diesen Versuchen, merklich wird [2]). In der That sieht man, dafs in diesen Versuchen die specifische Wärme desto gröfser gefunden ward, als die Endtemperatur ϑ höher war.

Es ist sehr wichtig auf diese grofse Veränderung der specifischen Wärme sehr ausdehnbarer Flüssigkeiten Rücksicht zu nehmen, wenn man sich mit der Bestimmung der latenten Verdampfungswärme beschäftigt. Dieser Fall erfordert die Kenntnifs der specifischen Wärme der flüssigen Substanz vonan der Temperatur, bei welcher die Condensation der Dämpfe statt hat, bis zu derjenigen, bei welcher sie in das erkältende Gefäfs hinabsinkt. Man würde einen sehr bedeutenden Fehler begehen, wenn man, wie es mehre Physiker gethan, in der Rechnung die specifische Wärme der Flüssigkeit so annähme, wie sie zwischen weit niedrigeren Temperaturgränzen gefunden worden ist.

Die isomeren Kohlenwasserstoffe, mit denen ich ex-

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. II T. VII p.* 142.

2) *Ann. de chim. et de phys. Ser. II T. LXXIII p.* 35. (Ann. Bd. LI S. 71.)

perimentirte, sind in Bezug auf Siedpunkt und Dampfdichte sehr verchieden. Dagegen sind die Dichtigkeiten dieser Körper im flüssigen Zustande sehr wenig verschieden. Wir sehen aus Tafel I, dafs das Terpentinöl und seine Abänderungen (Terebēn, Terebilēn und Camphilēn) nahezu dieselbe specifische Wärme besitzen, während Citronen-, Orangen- und Wacholderöl etwas höhere specifische Wärmen haben.

Specifische Wärme einiger Körper vor und nach der Härtung.

Stahl. — Ein Stab von Gufsstahl wurde in sechszehn Stücke zerschnitten. Man nahm auf's Gerathewohl acht von diesen Stücken und bewahrte sie als *weichen Stahl.* Die übrigen wurden sehr stark gehärtet und als *gehärteter Stahl* bezeichnet. Die Stücke wurden mit Smirgelpapier blank gescheuert. Bei 14° C. fand sich ihre Dichte:

beim gehärteten Stahl	7,7982
- weichen -	7,8609

Cymbel-Metall. — Diefs Metall stammte von einer nach d'Arcet's Methode, aus einer Legirung von 80 Kupfer und 20 Zinn verfertigten Cymbel.

Die Dichtigkeit fand sich bei dem spröden Metall: 8,5797, bei dem durch die Härtung (*trempe*) erweichten: 8,6343. Das Metall hat also durch die Härtung an Dichte gewonnen, entgegengesetzt dem Verhalten des Stahls; allein man weifs auch, dafs die beiden Metalle durch die Härtung (*trempe*) entgegengesetzte physikalische Eigenschaften erlangen.

Indefs, da mich dieses Resultat überrascht hatte, so machte ich die folgenden Versuche. Dasselbe Stück der Legirung wurde, nach dem Rothglühen in Kohle, zum zweiten Male gehärtet. Die Dichte fand sich nun: 8,6383.

Auf's Neue zwischen Kohle erhitzt und langsam erkalten gelassen, war die Dichte des Metalls zu 8,6214 geworden. Eine neue Härtung brachte die Dichte auf

8,6438. Es ist unmöglich, dafs die Legirung bei diesen successiven Erhitzungen eine Art von Flüssigwerdung erfuhr.

Glasthränen. — Sie wurden aus Bouteillenglase bereitet, und waren aufserordentlich spröde. Die Hälfte dieser Thränen wurde auf zwei Stunden lang in einen Glaskühlofen gebracht, wo sie dann ihre Härte ganz verloren hatten. Die Dichtigkeit der Thränen in beiden Zuständen liefs sich nicht bestimmen, da sie sämmtlich Luftblasen enthielten.

Die Resultate der mit diesen Substanzen angestellten Versuche finden sich in Tafel II (S. 72). Man sieht daraus, dafs die specifischen Wärmen für beide Zustände nur sehr geringe, mit den Beobachtungsfehlern in einer Ordnung liegende Unterschiede darbieten.

Specifische Wärme des Schwefels in verschiedenen Zuständen.

Der Schwefel ändert seine specifische Wärme sehr beträchtlich mit seinen verschiedenen Zuständen. Der natürlich krystallisirte giebt eine schwächere als der, den man auf dem Wege der Schmelzung krystallisirt erhält. Bekanntlich sind die Krystallformen des Schwefels in beiden Fällen unvereinbar; allein der auf dem Wege der Schmelzung krystallisirte Schwefel sucht bei gewöhnlicher Temperatur die Krystallform des natürlichen Schwefels anzunehmen. Seine specifische Wärme erleidet alsdann eine entsprechende Veränderung; man findet, dafs sie mit der Zeit abnimmt, und endlich der des natürlichen Schwefels gleich wird. Diese Thatsache spricht sich deutlich aus in den Versuchen der Tafel III (S. 72).

Es ist schwierig die specifische Wärme des auf dem Wege der Schmelzung krystallisirten Schwefels zu bestimmen, weil dieser Körper in der Darre eine mehr oder weniger vollständige Umwandlung erleidet. Auch erhält man bei mehren Versuchen hinter einander nicht diesel-

ben Zahlen. Die in unserer ersten Abhandlung [1]) angeführten haben gröfsere specifische Wärme ergeben, und überdiefs die Besonderheit gezeigt, dafs das Temperaturmaximum erst in einer weit gröfseren Zeit nach der Eintauchung des erwärmten Körpers in das erkältende Gefäfs eintrat. Bei dem natürlichen Schwefel und bei dem lange Zeit geschmolzenen zeigte sich nichts dem Aehnliches.

Zweiter Theil. Untersuchungen nach der Erkaltungsmethode.

Die Mengungsmethode gestattet nur dann eine bequeme und sichere Bestimmung der specifischen Wärmen der Körper, wenn diese in etwas beträchtlicher Menge und in Stückenform genommen werden können. Wenn die Körper Pulvergestalt besitzen, führt sie Fehlerquellen mit sich, welche die Genauigkeit der Resultate schwächen. Für Flüssigkeiten kann die specifische Wärme nach dieser Methode sehr genau bestimmt werden, sobald dieselben nicht sehr flüchtig sind. Man bringt die Flüssigkeit entweder in Glasröhren, die man vor der Lampe verschliefst, und mit der man dann wie mit einem Körper in Stücken operirt, oder man giefst sie kalt in das erkältende Gefäfs und bestimmt die Temperaturerhöhung, die sie durch Einsenkung eines bis zu einem bestimmten Grade erwärmten Körpers erfährt. Ein ganz ähnlicher Versuch, wobei Wasser in das Gefäfs gebracht ist, dient dabei als Vergleichpunkt.

Wenn aber die Flüssigkeit sehr flüchtig ist, kann die letztere Methode nicht mehr angewandt werden, weil durch die Verdampfung derselben während des Versuchs eine beträchtliche Erkältung entsteht; die an der beobachteten Temperaturerhöhung anzubringende Berichtigung wird alsdann sehr beträchtlich und deshalb unsicher.

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. II T. LXXIII p.* 50. (Ann. Bd. LI S. 226.)

Der erwärmte Körper, den man in die Flüssigkeit taucht, kann nicht auf eine den Siedpunkt der Flüssigkeit übersteigende Temperatur gebracht werden, weil sonst, im Moment der Einsenkung, eine bedeutende Menge Dampf entstehen, was somit den Versuch trüben würde. Man kann zwar noch in diesem Fall das erstere Verfahren anwenden; allein da man die Flüssigkeit nicht über ihren Siedpunkt erwärmen darf, so kann man meistentheils das Wasserbad nicht anwenden, und der Versuch wird schwierig.

Die Mengungsmethode kann oft nicht angewandt werden, wenn es sich darum handelt, zu ermitteln, ob eine Substanz in zwei verschiedenen Krystallisationszuständen einerlei specifische Wärme behalte, und wenn der Uebergang von einem dieser Zustände in den andern nur von einer ziemlich geringen Temperaturdifferenz abhängt. Der längere Aufenthalt des Körpers in einem über 100° erhitzten Raum, d. h. in einer Temperatur nahe derjenigen, bei welcher die Krystallisations-Umwandlung vor sich geht, erzeugt gewöhnlich eine theilweise Umwandlung, und der Versuch geschieht nicht mehr unter den gewünschten Bedingungen.

Daraus sieht man, dafs die Mengungsmethode bei weitem nicht auf alle Arten von Körpern mit demselben Grade von Genauigkeit anwendbar ist, und dafs sie vollständig im Stiche läfst in diesen Fällen, wo die Bestimmung der specifischen Wärme ein ganz besonderes Interesse hat.

Die Erkaltungsmethode, so wie sie von Dulong und Petit vervollkommt worden, bietet in Bezug auf die Allgemeinheit ihrer Anwendung grofse Vortheile dar. So erfordert sie nur eine sehr geringe Menge von Substanz. Sie läfst sich also auf sehr seltene Substanzen anwenden, und die Substanzen können leicht im Zustande grofser Reinheit erhalten werden. Die Substanz mufs pulverförmig seyn; allein alle starren Substanzen lassen

sich leicht in dieser Form erhalten. Die Substanz braucht nur auf eine mäfsig hohe Temperatur gebracht zu werden, und zwar in einem Apparat, der hermetisch verschlossen werden kann. Die Flüchtigkeit der Substanz ist also kein Hindernifs mehr. Endlich werden die specifischen Wärmen strenge zwischen denselben Temperaturgränzen bestimmt, und diefs macht sie vergleichbar.

Allein die Erkaltungsmethode beruht auf sehr bestreitbaren Principien. Die Haupteinwürfe, die man gegen dieselben erheben kann, habe ich in meiner ersten Abhandlung genügend entwickelt [1]). Indefs da diese Methode äufserst schätzbar seyn würde, wenn sie genaue Resultate gäbe, und erlaubte Aufgaben von hoher Wichtigkeit, die nach der Mengungsmethode ganz unzugänglich sind, zu behandeln, sie auch überdiefs von höchst verdienstvollen Physikern vorgeschlagen und vertheidigt worden ist, so habe ich geglaubt, sie einem sorgsamen Studium unterwerfen zu müssen; ich habe also zu wiederholten Malen zahlreiche Versuche angestellt, um zu entscheiden, ob diese Methode wirklich anwendbar sey. Ich will hier nicht beschreiben, wie viel ich herum probirte und die Apparate abänderte, um diese oder jene von mir erkannte Fehlerquelle zu vermeiden. Diese Details würden langweilig und ermüdend seyn. Ich will dafür sogleich den Apparat beschreiben, bei dem ich zuletzt für starre Substanzen stehen blieb.

Das kleine Gefäfs, in welches ich die pulverförmigen Substanzen bringe, ist von Silber, vergoldet und schön polirt. Es bildet einen Cylinder von 25 Millim. Höhe und 15 Millim. Durchmesser, und man gab ihm die Cylinderform, um das Pulver zusammenrütteln zu können. Ein kleines Thermometer mit cylindrischem Behälter ist eingekittet in eine kleine Tubulatur in der oberen Basis des Cylinders, so, dafs der Behälter unverrückt in der Axe gehalten wird.

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. II T. LXXIII p.* 14. (Ann. Bd. LI S. 50.)

Die untere Basis des Cylinders ist abzunehmen. Man schüttet das Pulver hinein, rüttelt es gehörig zusammen, und setzt dann den Boden des Gefäfses wieder auf, so dafs er auf die geebnete Fläche der pulverförmigen Substanz genau anschliefst. Fig. 1 Taf. I stellt diefs kleine Gefäfs in wahrer Gröfse dar.

Die Hülle, in welcher die Erkaltung geschieht, Fig. 2 Taf. I besteht aus einem Cylinder von Messingblech, der inwendig mit Kienrufs geschwärzt ist. Unten am Halse hat das Gefäfs einen kleinen Rand *aa*, auf welchem eine am Stiel des Thermometers festgekittete Scheibe *bb* ruht; der kleine vergoldete Cylinder befindet sich dadurch immer genau in der Mitte des Messinggefäfses. Um die Hülle zu schliefsen, schiebt man über den Stiel des Thermometers eine Glasröhre, die oben verschlossen und in einen Ring eingekittet ist. Dieser Ring *cd* pafst genau auf einen andern *ef*, der an den Hals des Messinggefäfses gelöthet ist. Zwischen beide Ringe wird Leder gelegt. Um hermetisch zu verschliefsen, wende ich eine Vorrichtung an, die noch nicht recht oft bei physikalischen Apparaten benutzt worden ist. Die beiden Ringe, welche das Leder zwischen sich zusammenpressen sollen, endigen nach aufsen in Kegelflächen mit einander zugewandten Basen. Ein Kragen mit Scharnier, Fig. 3 Taf. I, hat inwendig eine Rinne gleich der Form der beiden zusammenstofsenden Kegel; allein der Winkel am Scheitel dieser Kegel ist etwas stumpfer als der der Kegel der Ringe. Dieser Kragen umfafst die beiden Ringe mit seiner Rinne, und mittelst eines eisernen Schraubschlüssels *F* zwängt man die beiden Theile des Kragens zusammen. Dadurch wird auf das zwischengelegte Leder einen sehr starker Druck ausgeübt, und so erhält man ein Verschlufs, der Monate lang absolut dicht hält, leicht zu öffnen ist, und keine Anstrengungen erfordert, die ein Zerbrechen des Thermometers befürchten lassen.

Die Hülle wird mit einer guten Luftpumpe evacuirt. Zu dem Ende hat das Gefäfs eine kleine Tubulatur *t*; darin kittet man ein Glasrohr *v* ein, welches man mit der Luftpumpe in Verbindung setzt. Man versichert sich der Luftdichtheit des Apparats, und trennt darauf die Luftpumpe von ihm ab, indem man das Glasrohr, welches beide verbindet, vor der Lampe zuschmilzt. Das Vacuum ist übrigens immer dasselbe, weil es die Gränze von dem ist, welches die Pumpe hervorbringen kann (etwa 1,5 Millim. Quecksilber).

Es ist unerläfslich, das Daseyn von Wasserdampf in der Hülle zu vermeiden. Zu dem Ende stelle ich den Messingcylinder in ein anderes Gefäfs mit Wasser von 40° C., pumpe ihn mehrmals luftleer, und lasse jedes Mal Luft, die durch, mit Schwefelsäure benetzten Bimstein getrocknet worden, wieder hineinstreichen.

Den nun zum Versuch fertigen Apparat läfst man in dem auf 40° C. gehaltenen Wasser so lange stehen, bis das innere kleine Thermometer 35° C. zeigt; dann zieht man ihn heraus und bringt ihn in ein Gefäfs, wo man ihn vollständig mit zerstofsenem Eise umgiebt. Man beobachtet das Thermometer mit einem horizontalen Fernrohr. Im Moment, da es 20° C. zeigt, löst man einen Secundenzähler aus, der mit einem Punktirungssystem versehen ist, das einen gegebenen Moment aufzeichnet, ohne dafs man nöthig hat, die Uhr anzuhalten. Man zeichnet die Zeitpunkte auf, wo das Thermometer successive 15°, 10° und 5° zeigt. Dann zieht man den Apparat aus dem Eise, und bringt ihn wieder, zum Behufe eines zweiten Versuchs, in das Wasser von 40° C. Man versichert sich, dafs die Hülle luftleer geblieben, indem man den Apparat bis zum andern Morgen stehen läfst und einen neuen Versuch macht. Wenn dieser jetzt dieselben Erkaltungszeiten giebt, ist klar, dafs der Apparat das Vacuum vollkommen gehalten hat. Denn sonst

würde nach Verlauf einer so langen Zeit eine beträchtliche Luftmenge eingedrungen seyn und die Erkaltungszeit sehr abgekürzt haben [1]).

Zu meinen ersten Versuchen wandte ich ein äufserst capillares Thermometer an. Der Quecksilberfaden, der mit blofsem Auge kaum sichtbar war, ging im Thermometer nur sprungweise; ich fürchtete also, dafs er eine zu grofse Reibung erlitte, und nahm daher ein Thermometer von gröfseren Dimensionen. Der Behälter dieses letzteren Thermometers hielt 17 Millim. in Höhe und etwa 2,5 Millim. im Durchmesser; er enthielt 1,44 Grm. Quecksilber. Der Stiel war, nur von 5 zu 5 Grad, sehr fein mit dem Diamant getheilt. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Theilstrichen betrug 12 Millimeter. Da man blofs den Vorbeigang der Quecksilbersäule an jedem Theilstrich beobachtete und das Fernrohr ungefähr zehn Mal vergröfserte, so wurden die Beobachtungen offenbar mit hinreichender Schärfe angestellt.

Seyen M und M' die Gewichte der beiden, das kleine Silbergefäfs füllenden Substanzen, c und c' ihre specifischen Wärmen, K der Wasserwerth von dem Silbergefäfs und dem darin eingesenkten Theil des Thermometers, t und t' die Zeiten, welche das Gefäfs gebraucht, um in beiden Fällen um eine gewisse Zahl von Graden zu erkalten. Dann hat man:

$$\frac{M'c'+K}{Mc+K}=\frac{t'}{t}.$$

Die Gröfse K kann auf zweierlei Weise bestimmt werden.

1) Indem man den Werth direct berechnet aus dem Gewicht des kleinen Gefäfses, aus dem des Quecksilbers und Glases, welche den Behälter des Thermometers bilden. Zu dem Ende wurde am Schlusse meiner Versuche der Behälter des Thermometers nebst dem in den

1) Die Erkaltung des kleinen Gefäfses geschieht in Luft unter dem gewöhnlichen Druck ungefähr zwei Mal rascher als im Vacuo.

Hals des kleinen Gefäfses hinabreichenden kleinen Stücks seines Stiels abgeschnitten und gewägt, anfangs voll Quecksilber, darauf leer. So erhielt man:

	Grm.		Grm.
Quecksilber des Behälters	1,435	Wasserwerth	0,0474
Glas	0,240	- -	0,0474
Silbergefäfs	3,645	- -	0,2078
			$K=0,3026$

2) Die zweite Methode besteht darin, dafs man in das kleine Gefäfs successiv zwei Substanzen bringt, deren specifische Gewichte durch die Mengungsmethode wohl bestimmt worden, und dafs man dann die Erkaltungszeiten beobachtet. Substituirt man nun in der Formel die Zahlen, welche beiden Fällen angehören, so bleibt nur die Gröfse K unbekannt, die daraus berechnet werden kann.

Nicht alle Substanzen eignen sich gleich gut zu dieser Bestimmung. Man mufs solche wählen, für welche die Producte Mc, $M'c'$ und folglich die Zeiten t, t' sehr verschieden sind. Allein, wenn man diese Bestimmungsweise auf eine gewisse Zahl von Substanzen anwendet, deren specifische Wärmen wohl bekannt sind, so findet man für K ziemlich verschiedene Werthe. Diefs rührt davon her, dafs die Constante K, so wie sie durch die zweite Methode bestimmt wird, nicht blofs die Wärme vorstellt, die das kleine Gefäfs und der Behälter des Thermometers während der Erkaltung abgiebt, sondern auch diejenige einschliefst, die auf dem Wege der Leitung längs dem Thermometerstiel verloren geht, und überdiefs mit den Fehlern aller experimentellen Bestimmungen behaftet ist.

Zur Berechnung meiner Versuche wandte ich die Werthe von K an, die aus zwei mit Eisen- und Bleifeilicht angestellten Versuchsreihen abgeleitet worden waren. So hatte man die drei Relationen:

$\frac{14,551.0,1138+K'}{21,787.0,0314+K'}=\frac{411}{203}$, woraus $K'=0,2643$ zwischen 20° und 15°

$\frac{14,551.0,1138+K''}{21,787.0,0314+K''}=\frac{586}{292}$, - $K''=0,2811$ zwischen 15° und 10°

$\frac{14,551.0,1138+K'''}{21,787.0,0314+K'''}=\frac{1029}{509}$, - $K'''=0,2672$ zwischen 10° und 5°.

Die Tafel IV (S. 74) enthält die nach dieser Methode gemachten Bestimmungen der specifischen Wärme einiger Metalle, und zwar identisch derselben Substanzen, die zu meinen nach der Mengungsmethode angestellten Versuchen gedient hatten.

Wirft man die Augen auf diese Tafel, so gewahrt man sogleich bei einer und derselben Substanz sehr große Unterschiede zwischen den nach beiden Methoden erhaltenen Zahlen, und es ist auch leicht sich zu überzeugen, daſs man keine gröſsere Uebereinstimmung erhält, wenn man, statt Eisen und Blei zur Bestimmung von K anzuwenden, dazu irgend zwei andere Substanzen der Tafel nimmt.

Allein ich wollte diese Methode auf eine noch entscheidendere Probe stellen; ich versuchte, ob man mit denselben Substanzen in verschiedenen Versuchen identische Resultate bekäme. Zu dem Ende machte ich eine Reihe Versuche mit metallischem Silber, gefällt aus dem Nitrat durch Kupfer. Indem ich das Pulver mehr oder weniger in dem kleinen Silbercylinder zusammenrüttelte, brachte ich davon sehr verschiedene Mengen hinein. Ich habe alle erhaltenen Resultate in Tafel V (S. 76) zusammengestellt. Die Versuche 1, 2, 3, 4, 5, 6 sind mit mehr oder weniger eingestampften Silberpulver angestellt. Bei den Versuchen 7 und 8 wurde das Silberpulver zunächst mit einem Hammer stark geschlagen, in einem kleinen Apparat, wie man ihn zum Schmieden des Pla-

tins anwendet, und dann wurde die zusammengebackene Masse wiederum in einem Achatmörser gerieben. So gelang es, eine weit gröfsere Menge der Substanz in das Gefäfs zu bringen.

Aus der Tafel V ersieht man, dafs die erhaltenen Zahlen bei weitem nicht identisch sind. Beim Versuche No. 1, bei welchem die Substanz sehr wenig eingestampft war, wurde die specifische Wärme viel zu stark gefunden; es scheint indefs, dafs von einem gewissen Punkte ab das mehr oder minder starke Einstampfen einen weniger bedeutenden Einflufs ausübt. Ueberdiefs stöfst man bei diesen Versuchen auf Anomalien, deren Ursache ich vergebens aufzufinden gesucht habe. So sind die Versuche 4, 5, 6 sehr nahe mit demselben Gewicht der Substanz und unter anscheinend identischen Umständen gemacht, und dennoch zeigen die Resultate bedeutende Unterschiede.

Ich glaubte, das kleine Gefäfs überziehe sich vielleicht, während man es füllt, mit einer dünnen Fettschicht, die auf das Strahlungsvermögen merklich einwirke. Von da ab berührte ich es also nur mit Handschuhen, und, ehe ich es in die Hülle setzte, wusch ich die Oberfläche desselben mit etwas rectificirtem Alkohol ab. Allein mit allen diesen Vorsichtsmafsregeln habe ich keine constanteren Resultate erhalten.

Bei anderen Versuchen nahm ich die Kienrufsschicht von der Innenwand der Hülle ab, und liefs dieser eine blanke Fläche. Andere Male ersetzte ich die Messinghülle durch einen Glasballon. Aber dennoch waren die Resultate nicht genügender.

Endlich ersetzte ich das innere Thermometer des kleinen vergoldeten Silbergefäfses durch eine thermo-elektrische Kette, die verbunden war mit einem sehr empfindlichen Galvanometer, dessen Nadel eine grofse Länge hatte. Der Gang dieser Nadel war während der Erkaltung sehr regelmäfsig, ohne Oscillationen, und man konnte

leicht mit grofser Genauigkeit den Moment aufzeichnen, wo die Nadel einen bestimmten Theilstrich überschritt. Das thermo-elektrische Element bestand aus einem Eisen- und einem Kupferdraht, die an den Enden zusammengelöthet waren. Die eine Löthstelle wurde unverrückt in der Mitte des kleinen Gefäfses gehalten, die zweite Löthstelle war mit einem fetten Kitt überzogen, und tauchte mitten in das Eis, welches die Hülle umgab. Diese Vorrichtung war umständlicher als die gewöhnliche, und gab mir auch keine übereinstimmendere Resultate.

Aus diesen Auseinandersetzungen mag man ersehen, dafs ich nichts versäumt habe, um die Bedingungen aufzufinden, unter welchen die Erkaltungsmethode genaue Werthe für die specifische Wärme starrer Körper geben kann. Allein ich bekenne, dafs alle meine Anstrengungen ohne Erfolg geblieben sind, und mit Bedauern habe ich auf Untersuchungen verzichten müssen, die mir schienen wichtige Resultate geben zu müssen, die aber durch die bis jetzt von mir befolgten Methoden ganz unzugänglich sind.

Versuche mit Flüssigkeiten.

Die Flüssigkeiten eignen sich am besten zur Bestimmung ihrer specifischen Wärme durch die Erkaltungsmethode. So hat man bei ihnen nicht den Einflufs des ungleichen Einstampfens der Substanz zu fürchten, und wahrscheinlich übt auch die Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit keinen merklichen Einflufs aus, da das Temperaturgleichgewicht sich hauptsächlich durch innerhalb der flüssigen Masse eintretende Ströme herstellt.

Meine ersten Versuche wurden folgendermafsen angestellt. Ein Thermometer mit kugelförmigen Behälter und willkührlicher Eintheilung seines Stiels wurde gefüllt mit der Flüssigkeit, die man dem Versuch unterwerfen wollte. Diefs Thermometer tauchte man neben einem guten Quecksilberthermometer in eine grofse Wasser-

sermasse, deren Temperatur man beständig auf 20° C. hielt. Man zeichnete genau den Theilpunkt auf, wo die flüssige Säule stehen blieb. Dasselbe geschah als man das Instrument successiv in Wasser von 15, 10 und 5 Grad getaucht hatte.

Hierauf kittete man den Stiel dieses Thermometers in einen Metallstöpsel *cd*, Fig. 2 Taf. I, welcher die Hülle verschlofs, und man verfuhr dann bei dem Erkaltungsversuch eben so wie bei starren Substanzen. Bei diesem Verfahren, bei dem die Flüssigkeit selbst ihre Temperatur anzeigt, erhält man sehr constante Resultate; allein die Vorbereitung zu jedem Versuch erfordert viel Zeit, und bei den vielen Waschungen, die man mit der Kugel vornehmen mufs, läuft man Gefahr den Apparat zu zerbrechen. Dieser Unfall ist mir wirklich nach einer gewissen Zahl von Versuchen begegnet. Ich habe daher versucht, ob man eben so genaue Resultate erhalten würde, wenn man eine Vorrichtung anwendete ähnlich der, welche man für starre Substanzen benutzt.

Fig. 4 Taf. I stellt das kleine Gefäfs, in welches ich die Flüssigkeit bringe, in wahrer Gröfse dar. Es besteht aus einem Cylinder von dünnem Glase, mit einem Halse, der von *b* bis *c* enger ist als von *c* bis *d*. Der Theil *bc* hat einen eben hinreichenden Durchmesser, um den Stiel eines Thermometers durchzulassen. Das Thermometer ist das schon zu den starren Substanzen benutzte. Man kittete die Röhre *cd* in den Metallstöpsel der Hülle Fig. 2.

Man brachte die Flüssigkeit in das kleine Gefäfs mittelst einer ausgezogenen und bis zu dessen Boden hinabgehenden Pipette, und liefs die Flüssigkeit bis zum Striche *m* steigen. Nach Hineinsteckung des Thermometers stieg sie bis *n*. Der Erkaltungsversuch geschah wie gewöhnlich.

Bei dieser Verfahrungsweise nimmt die Flüssigkeit nicht blofs den Behälter *ab* ein, sondern auch den klei-

nen Zwischenraum, der zwischen der Halswandung und dem Thermometerstiel vorhanden ist. Der Behälter *ab* bleibt während der Erkaltung gefüllt, und da die Flüssigkeit sich mit sinkender Temperatur zusammenzieht, so tritt eine kleine Menge derselben, die zuvor im Stiele war, in die Kugel. Dieser Umstand veranlafst einen kleinen Fehler, weil die Flüssigkeit im Stiel immer kälter ist als die in der Kugel. Allein weit gröfsere Nachtheile entspringen aus einer Füllung des Behälters *ab* nur bis zum Ansatz des Halses. Die verschiedenen Flüssigkeiten dehnen sich nämlich sehr ungleich aus, die Kugel findet sich also zu verschiedenen Momenten der Erkaltung mehr oder weniger gefüllt, und die Flüssigkeit bietet zur Ausstrahlung eine Oberfläche von verschiedener Ausdehnung dar. Bei sehr flüchtigen Flüssigkeiten giebt es noch eine andere Fehlerquelle dadurch, dafs nothwendig von der Kugel aus nach den kälteren Wänden des Halses hin eine fortwährende Destillation stattfindet. Der ringförmige Raum zwischen dem Thermometerstiel und dem Halse in dem Raume *bc* ist überdiefs zu eng, als dafs er zu Strömen zwischen der Kugel und dem Theil *cd* des Stieles Anlafs geben könnte.

Was das Gewicht der Substanz betrifft, so nahm man an, dafs es bei jeder Temperatur durch die relative Dichtigkeit vorgestellt werde, welche diese Substanz in dem Glase bei derselben Temperatur vorstellt. Die Dichtigkeit der Flüssigkeit wurde für mehre Temperaturen direct bestimmt mittelst des kleinen Apparats Fig. 5; er besteht aus einem Glascylinder *ab* mit einem engen Stiel *bc* und oben darauf einer weiteren Röhre *cd*, welche als Trichter dient. Nachdem man diesen Apparat mit der Flüssigkeit gefüllt hat, deren Dichtigkeit man zu bestimmen sucht, taucht man ihn in Eis. Wenn er auf 0° gelangt ist, nimmt man so viel von der Flüssigkeit heraus, dafs ihr Niveau am Strich *m* auf dem Stiel *bc* steht. Dann wischt man die Wände der Röhre sorgfältig

mit Fliefspapier ab, verschliefst den Apparat mit einem eingeriebenen Stöpsel und bestimmt sein Gewicht.

Nun bringt man den Apparat nebst einem Quecksilberthermometer in ein Bad, welches man auf 10° hält; und wenn das Temperaturgleichgewicht eingetreten ist, bringt man das Niveau der Flüssigkeit auf *m* und wägt abermals. Derselbe Versuch wird in einem Bade von 20 Grad wiederholt.

Diese drei Bestimmungen reichen aus, um die Dichtigkeiten der Flüssigkeit für alle Temperaturen zwischen 0° und 20° zu berechnen. Zur gröfseren Einfachheit nahm man bei Berechnung der Versuche an, dafs die Dichte zwischen 20° und 15° beständig gleich bliebe der mittleren Dichtigkeit zwischen diesen selben Temperaturen. Eine analoge Hypothese machte man für die Erkaltung zwischen 15° und 10°, und zwischen 10° und 5° C.

Um die beiden Methoden zu vergleichen bestimmte ich zwischen denselben Temperaturgränzen die specifische Wärme einiger Flüssigkeiten nach der Erkaltungs- und nach der Mengungsmethode. Im letzteren Fall brachte man die Flüssigkeit in das erkältende Gefäfs und bestimmte die Temperatur-Erhöhung, welche durch Eintauchung einer und derselben Menge kleiner Zinnstücke, die in den Messingkorb gelegt und zuvor in dem Wasserdampf-Ofen erhitzt waren, hervorgebracht wurde. Die kleine Berichtigung $\Delta\vartheta$, die an der beobachteten Temperatur-Erhöhung anzubringen war, wurde jedesmal bestimmt, indem man mehre Minuten lang den Gang der Erkaltung nach Eintritt des Maximums verfolgte. Die Tafel VI (S. 76) enthält die Versuche, die ich solchergestalt anstellte mit einigen Flüssigkeiten, die mir gerade in einiger Menge zu Gebote standen, ohne mich übrigens um ihre Natur zu kümmern. Man ersieht deutlich, was zuvor (S. 51) gesagt ist, nämlich, dafs die specifische Wärme der Flüssigkeit rasch mit der Temperatur zu-

nimmt. Diefs Resultat ist besonders sehr einleuchtend bei den Versuchen mit Terpentinöl, dessen specifische Wärme desto gröfser gefunden wurde als die Temperatur ϑ höher war.

In der Tafel VII (S. 78) habe ich die Resultate zusammengestellt, die mit denselben Substanzen nach der Erkaltungsmethode erhalten wurden, doch habe ich mich begnügt, von den oft zahlreichen Versuchen, die mit einer und derselben Substanz gemacht wurden, nur die Mittelwerthe anzugeben. Die Constante K wurde aus den mit Wasser und Terpenthinöl angestellten Versuchen abgeleitet, unter Annahme der für die letztere Substanz zwischen 5° und 15° C. gefundenen Wärme 0,414 (Tafel VI S. 76). Daraus ergab sich:

$$K = 0{,}115 \text{ für die erstere Reihe}$$

und:

$$K = 0{,}160 \text{ für die zweite.}$$

Bei dieser zweiten Reihe wurde ein anderes Glasgefäfs angewandt.

Die durch beide Methoden erhaltenen Zahlen zeigen eine genügende Uebereinstimmung. Eine merkliche Verschiedenheit gewahrt man nur beim Alkohol No. III, welcher nach der Mengungsmethode 0,9402 gab und nach der Erkaltungsmethode 0,9735. Man sieht daraus, dafs die letztere Methode bei den Flüssigkeiten nicht so grofse Unrichtigkeiten giebt als bei den starren Substanzen. Ich glaube, dafs man sie mit Sicherheit anwenden kann, besonders auf Flüssigkeiten, die in ihren physikalischen Eigenschaften nicht stark von einander abweichen. Unsicherer werden die Resultate bei sehr verschiedenartigen Flüssigkeiten, wie Quecksilber, Alkohol und Terpenthinöl. In der That sieht man aus Tafel VIII, dafs die specifische Wärme des Quecksilbers sich durch die Erkaltungsmethode weit geringer ergiebt als durch die Mengungsmethode. Der Unterschied ist zu grofs als dafs er einer Veränderung der Wärmecapacität des Quecksilbers mit

der Temperatur zugeschrieben werden könnte; denn diese Veränderung mufs bei einem Körper, der sich so wenig wie das Quecksilber ausdehnt, sehr schwach seyn.

Die Tafel VIII, S. 78, enthält die Zahlen, die ich nach der Erkaltungsmethode für die specifische Wärme einiger wohl festgestellten und sorgfältig bereiteten Flüssigkeiten erhalten habe. Für einige dieser Substanzen war die Wärmecapacität schon durch die Mengungsmethode bestimmt worden; allein die nach beiden Methoden gewonnenen Zahlen sind nicht vergleichbar, weil bei der einen die specifische Wärme zwischen 5° und 20° C., und bei der andern zwischen 10° und 100° C. bestimmt ward. Wir haben aber vorhin gesehen, dafs bei sehr ausdehnbaren Flüssigkeiten, wie Terpenthinöl, die specifischen Wärmen zwischen diesen Gränzen sehr verschieden sind.

Die isomeren Oele, das Terpenthin- und Citronenöl, das Terebēn und das Petrolēn, sind dieselben Flüssigkeiten, welche zu den Versuchen S. 51 dienten. Wir sind zu denselben Schlüssen wie zuvor genöthigt, nämlich dafs Terpenthinöl und Terebēn gleiche specifische Wärme haben, Petrolēn und Citronenöl aber eine etwas gröfsere.

Ich habe die specifischen Wärmen der Chloride des Zinns, Titans und Siliciums vergleichend bestimmt, in der Hoffnung, dafs sie zur Festsetzung der wahren Formel des Kieselchlorids und folglich auch der der Kieselsäure dienen könnten. Das Kieselchlorid hat in seinen physikalischen Eigenschaften und seiner Dampfdichte viel Aehnliches mit dem Titan- und Zinnchlorid. Nimmt man diese Aehnlichkeiten an, so wird die Formel für das Kieselchlorid: $SiCl_4$ und die der Kieselsäure SiO_2. Dann hat man:

	Spec. Wärme.	Atomengewicht.	Product.
Zinnchlorid	0,1413	1620,5	229
Titanchlorid	0,1813	1188,9	215,6
Kieselchlorid	0,1907	1070,2	204

Die Producte aus der specifischen Wärme in die Atomengewichte sind zwar nicht identisch, aber sie entfernen sich doch nicht sehr von einander, besonders wenn man erwägt, dafs überhaupt diese Producte bei isomerischen Körpern desto kleiner sind als die Atomgewichte selbst gering sind. Diefs erhellt unmittelbar aus den Tafeln, die ich in meinen beiden ersten Abhandlungen gegeben habe. Allein diese Zusammensetzung des Kieselchlorids, und folglich auch die der Kieselsäure, findet sich nicht bestätigt durch die specifische Wärme der Kieselsäure. In der That haben wir gefunden [1]).

Tafel

	M (*B*)	Glas.	Blei.	*T.*	*A.*
	Grm.	Grm.	Grm.		
Terpenthinöl	37,29	20,93	87,16	98°,12	462,00
	34,82	22,34	54,77	99 ,68	462,20
	- -	- -	- -	99 ,36	462,10
Tereben . . .	34,72	21,80	- -	99 ,36	462,20
	- -	- -	- -	98 ,90	462,20
Terebilen . .	32,87	21,83	- -	97 ,25	462,20
	- -	- -	- -	97 ,25	462,20
Camphilen . .	28,32	18,14	- -	99 ,05	462,28
	- -	- -	- -	98 ,95	462,28
Citronenöl . .	33,48	23,45	- -	99 ,27	462,10
	- -	- -	- -	98 ,95	462,20
Orangenöl . .	33,70	17,03	- -	99 ,05	462,10
	- -	- -	- -	98 ,12	462,10
Wacholderöl	28,52	13,85	- -	97 ,52	462,30
	- -	- -	- -	97 ,67	462,30
Petrolen . . .	32,13	18,65	- -	98 ,74	462,20
	- -	- -	- -	98 ,74	462,20

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III T. I p.* 146. (Ann. Bd. LIII S. 73 und 74.)

	Spec. Wärme.	Atomgewicht.	Product.
Zinnsäure	0,09326	953,3	87,23
Titansäure	0,17164	503,7	86,45
Kieselsäure	0,19132	385,0	73,65

Mithin bleibt die Frage unentschieden.

Uebrigens sind unter den zusammengesetzten Körpern die flüssigen noch weniger als die starren zu einer Untersuchung über die Gesetze der specifischen Wärmen geeignet, weil diese bei ersteren Körpern sich weit rascher mit der Temperatur ändern, und man bei dem Vergleich keinen Grund hat mehr die eine Temperatur als die andere zu nehmen. Genaue Versuche über die zusammengesetzten Gase können dereinst allein einiges Licht auf diesen Gegenstand werfen; unglücklicherweise bieten diese Versuche sehr grofse Schwierigkeiten dar; allein dennoch hoffe ich sie überwinden zu können.

No. I.

ϑ	ϑ'.	$\Delta\vartheta$.	t.	Specifische Wärme.	Mittel.
19°,12	16°,79	4°,203	3′ 15″	0,4631	
16 ,12	15 ,44	4 ,070	5 0	0,4603	
18 ,68	17 ,09	3 ,995	5 0	0,4783	0,4672
16 ,62	15 ,89	4 ,011	5 0	0,4621	
16 ,81	16 ,19	4 ,020	4 15	0,4691	0,4656
15 ,05	14 ,24	3 ,787	4 0	0,4549	
15 ,80	15 ,00	3 ,787	4 0	0,4610	0,4580
16 ,30	16 ,34	3 ,321	5 0	0,4487	
16 ,16	15 ,30	3 ,271	5 15	0,4548	0,4518
17 ,20	15 ,29	4 ,036	5 15	0,4886	
15 ,66	13 ,34	4 ,070	5 15	0,4872	0,4879
17 ,12	16 ,79	3 ,895	3 0	0,4894	
16 ,73	15 ,14	3 ,837	3 0	0,4877	0,4886
12 ,89	13 ,34	3 ,395	3 0	0,4763	
12 ,74	10 ,49	3 ,354	3 0	0,4777	0,4770
16 ,53	15 ,74	3 ,712	6 0	0,4702	
16 ,63	15 ,74	3 ,678	6 0	0,4666	0,4684

Tafel

	M (M).	T.	A.	ϑ.
	Grm.		Grm.	
Stahl, weich	243,50	98°,18	461,90	24°,83
	- -	98 ,12	461,95	23 ,96
	247,67	98 ,11	462,15	20 ,29
	- -	98 ,11	462,00	22 ,65
	- -	98 ,60	462,32	16 ,29
	- -	98 ,42	462,20	17 ,58
Stahl, gehärtet . . .	242,54	98 ,68	462,10	21 ,06
	- -	97 ,85	462,10	21 ,32
	- -	97 ,79	462,14	21 ,54
	- -	98 ,11	462,20	17 ,45
Cymbelmetall, spröde	283,97	98 ,11	462,30	15 ,24
	- -	97 ,97	462,30	15 ,29
	- -	98 ,27	462,40	13 ,37
	- -	97 ,51	462,32	15 ,80
Cymbelmetall, weich	280,60	98 ,36	462,40	14 ,87
	- -	97 ,82	462,42	13 ,95
	- -	97 ,82	462,40	15 ,41
	- -	98 ,21	462,42	13 ,52
	283,87	98 ,42	462,42	13 ,72
Glasthränen, hart . .	104,29	98 ,21	461,90	24 ,73
	- -	98 ,43	461,90	25 ,38
dito gekühlt	110,0	98 ,42	461,90	23 ,63
	- -	98 ,12	461,90	25 ,03

Tafel

Schwefel:	M.	T.	A.
	Grm.		Grm.
natürlich, krystallisirt	94,84	98°,74	462,32
	103,51	98 ,89	462,32
	93,76	98 ,59	462,39
geschmolzen seit 2 Jahren [1])	104,94	97 ,97	462,20
	97,82	97 ,54	462,25
	99,66	97 ,54	462,25
geschmolzen seit 2 Monaten	109,94	97 ,24	462,20
	103,41	97 ,18	462,10
frisch geschmolzen	95,08	97 ,18	462,15
	98,44	97 ,54	462,15
	102,51	98 ,27	462,30

1) Derselbe, der zu den Versuchen, *Annales de chim. et de phys. T. LXXIII p.* 50 (Annalen, Bd. LI S. 226) diente.

No. II.

ϑ'.	$\Delta\vartheta$.	t.	Specifische Wärme.	Mittel.
22°,93	4°,577		0,1174	
22 ,94	4 ,602		0,1165	
20 ,54	4 ,952		0,1171	
13 ,94	4 ,761		0,1170	
13 ,80	5 ,152		0,1156	
14 ,24	5 ,035		0,1153	0,1165
18 ,16	4 ,827		0,1179	
18 ,89	4 ,760		0,1177	
18 ,44	4 ,727		0,1175	
13 ,34	4 ,952		0,1167	0,1175
11 ,39	4 ,361		0,0856	
11 ,84	4 ,378		0,0858	
12 ,44	4 ,561		0,0863	
12 ,60	4 ,336		0,0858	0,0858
12 ,29	4 ,411		0,0863	
12 ,45	4 ,453		0,0863	
13 ,04	4 ,328		0,0857	
11 ,69	4 ,469		0,0868	
12 ,89	4 ,577		0,0868	0,0862
24 ,74	3 ,271	2′ 30″	0,1927	
24 ,74	3 ,229	2 30	0,1920	0,1923
23 ,84	3 ,512	2 30	0,1931	
24 ,59	3 ,445	2 30	0,1943	0,1937

No. III.

ϑ.	ϑ'.	$\Delta\vartheta$.	t.	Spec. Wärme.	Mittel.
13°,76	11°,32	3°,196	2′ 46″	0,1777	
14 ,56	13 ,12	3 ,462	2 36	0,1774	
12 ,77	13 ,19	3 ,229	2 0	0,1777	0,1776
16 ,50	14 ,09	3 ,287	2 30	0,1753	
15 ,13	14 ,69	3 ,163	2 30	0,1776	
14 ,79	14 ,54	3 ,221	2 30	0,1763	0,1764
15 ,58	13 ,19	3 ,570	2 30	0,1806	
16 ,72	13 ,80	3 ,287	2 30	0,1801	0,1803
16 ,15	14 ,09	3 ,154	2 30	0,1851	
16 ,04	13 ,80	3 ,237	3 0	0,1830	
14 ,65	12 ,59	3 ,462	5 0	0,1851	0,1844

Tafel

Substanzen.	Gewicht Grm.	Erkaltungszeit von 20° auf 15°.	von 15° auf 10°.	von 10° auf 5°.
Eisen	14,551	412″	586″	1029″
		410	586	1028
Blei	21,787	203	292	507
		203	292	511
		203	291	508
Antimon	13,340	239	343	593
		241	342	593
Zinn, gekörnt	19,305	283	406	704
		285	409	712
		285	409	713
Banka-Zinn, Feilicht	9,360	170	244	425
		170	244	426
Zink	9,752	248	356	621
		249	356	620
Kadmium	12,622	217	313	541
		217	313	544
Wismuth	26,243	261	377	666
		262	380	668
		261	378	665
Arsen	14,733	341	489	853
		341	491	854
Kupfer	17,502	388	557	971
		388	557	971
Platin, Schwamm . . .	10,442	136	194	340
		135	193	337
		135	195	338
		135	193	339
Silber, Feilicht	20,707	297	428	747
		296	425	741
		297	427	747
dito dito	21,317	312	447	782
		313	448	784

No. IV.

Specifische Wärme aus der Erkaltung von 20° bis 15°.	von 15° bis 10°.	von 10°. bis 5°.	Spec. Wärme nach der Mengungsmethode.
			0,1138
			0,0314
0,06424	0,06367	0,06305	0,05077
0,05504	0,05546	0,05477	0,05623
0,05662	0,05614	0,05651	0,05623
0,09123	0,09252	0,09142	0,09555
0,05938	0,05969	0,05908	0,05669
0,03639	0,03788	0,03732	0,03084
0,09019	0,09085	0,09006	0,08140
0,08847	0,08913	0,08842	0,09515
0,03509	0,03449	0,03509	0,03293
0,05424	0,05458	0,05433	0,05701
0,05620	0,05612	0,05611	0,05701

Tafel

Gefälltes Silber.	Gewicht. Grm.	Erkaltungszeiten von 20° auf 15°.	von 15° auf 10°.	von 10° auf 5°.
1) Sehr wenig gestampft	5,990	167″	239″	316″
		165	237	316
2) Stärker gestampft	8,988	170	243	422
		168	241	420
3)	9,949	179	257	448
		178	257	449
		179	257	449
4)	11,447	194	278	490
		194	279	490
5)	11,518	199	287	500
		199	287	498
6)	11,657	207	297	521
		208	300	425
7) Stark geschlagen, darauf zerrieben	17,948	274	396	693
		271	389	680
		273	391	686
		274	394	689
8) Stärker eingestampft	18,921	283	407	714
		284	408	716

Tafel

Flüssigkeit.	Gewicht. Grm.	T.	ϑ.
1) Wasser	462,22	98°,09	11°,78
	462,07	98 ,36	10 ,50
2) Terpenthinöl	401,65	98 ,06	12 ,55
	401,85	98 ,12	13 ,49
	404,22	98 ,12	14 ,82
	403,30	98 ,06	15 ,18
	402,70	98 ,15	15 ,72
	398,87	98 ,12	25 ,33
	398,30	98 ,36	25 ,71
3) Chlorcalcium-Lösung . .	606,02	98 ,18	10 ,57
	606,40	98 ,12	12 ,14
4) Alkohol, 36° B. No. I	389,67	98 ,12	11 ,32
	389,20	98 ,06	11 ,66

No. V.

Specifische Wärme aus der Erkaltung abgeleitet von 20° auf 15°.	von 15° auf 10°.	von 10° auf 5°.	
0,08535	0,08441	0,08519	
0,05844	0,05772	0,05781	
0,05749	0,05713	0,05749	
0,05609	0,05601	0,05666	
0,05777	0,05767	0,05793	
0,06069	0,06038	0,06093	
0,05634	0,05671	0,05654	
0,05616	0,05624	0,05650	

No. VI.

ϑ'.	$\Delta\vartheta$.	t.	Specifische Wärme.	Mittel.
7°,9	3°,454	2′ 0″		
8 ,5	3 ,554	2 0		
7 ,1	9 ,363	2 0	0,4106	
7 ,6	9 ,238	2 0	0,4120	
8 ,1	9 ,047	2 0	0,4133	
7 ,3	8 ,872	2 15	0,4168	
7 ,3	8 ,897	2 0	0,4155	
17 ,7	7 ,740	1 45	0,4223	
18 ,2	7 ,740	1 45	0,4217	
6 ,8	4 ,170	2 0	0,6423	
8 ,6	4 ,061	2 0	0,6473	
7 ,5	6 ,184	2 0	0,6567	
6 ,5	6 ,142	2 0	0,6609	0,6588

Flüssigkeit.	Gewicht. Grm.	T.	ϑ.
5) Alkohol, verdünnter No. II.	420,30	98°,03	9°,90
	420,10	97 ,88	10 ,89
	420,55	97 ,76	9 ,37
6) dito noch verdünnt. No. III	433,95	98 ,36	10 ,00
	433,23	98 ,00	11 ,69
7) Essigsäure, concentr., doch nicht krystallisirbar	500,70	98 ,18	7 ,87
	499,60	97 ,85	11 ,81

Tafel

	Mittlere Dichten		
	von 20° bis 15°.	von 15° bis 10°.	von 10° bis 5°.
$K = 0{,}145$.			
1) Destillirtes Wasser	0,9990	0,9996	1,0000
2) Terpenthinöl	0,8646	0,8686	0,8726
3) Chlorcalcium-Lösung . . .	1,3078	1,3105	1,3163
4) Gemeiner Alkohol No. I	0,8332	0,8372	0,8414
5) Schwächerer dito No. II	0,9017	0,9055	0,9094
6) Noch schwäch. dito No. III	0,9323	0,9359	0,9394
4) Gemeiner Alkohol	0,8332	0,8372	0,8414
7) Essigsäure	1,0704	1,0750	1,0795

Tafel

	Mittlere Dichtigkeiten		
	20° — 15°.	15° — 10°.	10° — 5°.
Erste Reihe.			
Wasser	0,9990	0,9996	1,0000
Terpenthinöl	0,8646	0,8686	0,8726
Quecksilber	13,558	13,570	13,582
Tereben	0,8564	0,8605	0,8645
Citronenöl	0,8518	0,8558	0,8597
Petrolen	0,8888	0,8921	0,8953
Benzin	0,8838	0,8887	0,8931
Nitrobenzin	1,2054	1,2107	1,2159
Kieselchlorid	1,4884	1,4983	1,5083

ϑ'.	$\Delta\vartheta$.	t.	Specifische Wärme.	Mittel.
8°,0	4°,619	2′ 0″	0,8423	
7 ,1	4 ,519	1 45	0,8433	
8 ,1	4 ,677	2 0	0,8383	0,8413
6 ,6	4 ,028	2 0	0,9359	
7 ,7	3 ,895	2 0	0,9444	0,9402
6 ,7	5 ,218	3 30	0,6445	
7 ,5	4 ,869	2 0	0,6558	

No. VII.

Erkaltungszeiten			Specifische Wärmen			Specifische Wärme nach der Mengungs-methode.
von 20° bis 15°.	von 15° bis 10°.	von 10° bis 5°	von 20° bis 15°.	von 15° bis 10°.	von 10° bis 5°.	
446″	649″	1156″	Angenommen			0,1000
198	286	511	-	-	-	0,414
386	557	1000	0,6462	0,6389	0,6423	0,6448
275	398	706	0,6725	0,6651	0,6588	0,6588
356	515	929	0,8518	0,8429	0,8523	0,8413
411	596	1073	0,9752	0,9682	0,9770	0,9402
278	399	710	0,6674	0,6540	0,6465	0,6588
336	489	881	0,6589	0,6577	0,6609	0,6502

No. VIII.

Erkaltungszeiten			Specifische Wärmen		
20°—15°	15°—10°	10°—5°	20°—15°	15°—10°	10°—5°
$K=0,115$.					
446″	649″	1156″			
198	286	511			
210	300	533	0,0290	0,0283	0,0282
199	285	509	0,4267	0,4156	0,4154
206	297	536	0,4501	0,4424	0,4489
207	301	537	0,4342	0,4325	0,4321
192	277	507	0,3932	0,3865	0,3999
221	321	579	0,3499	0,3478	0,3524
167	244	438	0,1904	0,1904	0,1914

	Mittlere Dichtigkeiten		
	20° — 15°.	15° — 10°.	10° — 5°.
Titanchlorid	1,7322	1,7403	1,7487
Zinnchlorid	2,2368	2,2492	2,2618
Phosphorchlorür	1,5911	1,6001	1,6091
Schwefelkohlenstoff . . .	1,2676	1,2750	1,2823
Aether	0,7185	0,7241	0,7297
Hydrothionäther	0,8356	0,8406	0,8456
Hydrojodäther	1,9348	1,9457	1,9567
Alkohol	0,8072	0,8113	0,8150
Oxaläther	1,0898	1,0953	1,1010
Holzgeist	0,8130	0,8173	0,8217

Zweite Reihe.

Wasser	0,9990	0,9996	1,0000
Terpenthinöl	0,8646	0,8686	0,8726
Hydrojodäther	1,9348	1,9457	1,9567
Hydrobromäther	1,4582	1,4679	1,4775
Chlorschwefel	1,6793	1,6882	1,6970
Essigsäure, krystallisirt	1,0535	1,0591	1,0647

VI *Ueber ein neues Verfahren, die empfindliche Schicht der zu photographischen Bildern bestimmten Platten zu bereiten; von Hrn. Daguerre.*

(Ein Schreiben an Hrn. Arago. — *Compt. rend. T. XVIII p.* 756.)

Sie waren so gut der Academie zu melden, dafs ich in Folge einer Reihe von Versuchen zu der Einsicht gelangt bin, dafs, beim bisherigen Zustand meines Verfahrens, die für das Licht empfindliche Schicht zu dünn ist, und deshalb nicht alle Abstufungen von Tinten liefern kann, die nöthig ist, um die Natur mit Relief und Kräftigkeit (*fermeté*) wieder zu geben; denn wiewohl die bisher erhaltenen Bilder nicht der Reinheit ermangeln, so lassen sie doch, mit einigen Ausnahmen, in Bezug auf den

Erkaltungszeiten			Specifische Wärme		
20°—15°	15°—10°	10°—5°	20°—15°	15°—10°	10°—5°
180″	260″	466″	0,1828	0,1802	0,1810
180	261	471	0,1416	0,1402	0,1421
180	262	472	0,1991	0,1987	0,2017
165	240	428	0,2206	0,2183	0,2179
201	294	530	0,5157	0,5158	0,5207
212	304	549	0,4772	0,4653	0,4715
176	257	460	0,1584	0,1584	0,1587
250	359	639	0,6148	0,6017	0,5987
250	363	661	0,4554	0,4521	0,4629
247	354	636	0,6009	0,5868	0,5901

$K = 0,160$.

450″	654″	1170″			
205	295	528			
180	261	472	0,1569	0,1556	0,1574
184	267	484	0,2153	0,2135	0,2164
195	283	512	0,2038	0,2024	0,2048
251	365	654	0,4618	0,4599	0,4587

den allgemeinen Effect und das Plastische (*modelé*) viel zu wünschen übrig [1]).

Indem ich mehre Metalle über einander auf die Platte bringe, sie durch Reiben in Pulver verwandle und die zwischen ihren Theilchen leer gebliebenen Räume ansäure, ist es mir gelungen galvanische Actionen hervorzurufen, welche die Anwendung einer weit dickeren Jodschicht erlauben, ohne daſs man, während der Wirkung des Lichts in der Camera obscura, den Einfluſs des frei gewordenen Jods zu fürchten braucht.

Die neue Combination, die ich anwende und die aus mehren Metalljodiden besteht, gewährt den Vortheil,

1) Auf der, wie ich's angab (Ann. Bd. LVIII S. 586) mittelst einer Wasserschicht gereinigten Platte erhält man zwar sehr rasch Bilder von groſser Feinheit; allein es mangelt ihnen, wegen der geringen Dicke der empfindlichen Schicht, das Plastische (*modelé*).

eine empfindliche Schicht zu geben, welche sich gleichzeitig durch alle Tonstufen hin beeindrücken (*impressionner*) läfst, und ich erhalte so innerhalb einer sehr kurzen Zeit eine Abbildung von lebhaft beleuchteten Gegenständen mit Mitteltinten, die alle, wie in der Natur, ihre Durchscheinenheit und ihren relativen Werth behalten.

Indem ich das Gold zu den anfangs von mir benutzten Metallen hinzufüge, bin ich dahin gelangt, die grofse Schwierigkeit zu beseitigen, welche der Gebrauch des Broms als beschleunigende Substanz darbot. Bekanntlich vermochten nur sehr geübte Personen das Brom mit Erfolg anzuwenden, und selbst diese gelangten nur durch Zufall zur Erreichung des Maximums der Empfindlichkeit, weil dieser Punkt sich unmöglich sehr genau bestimmen läfst, und, sogleich darüber hinaus, das Brom das Silber angreift und sich der Entstehung eines Bildes widersetzt [1]).

Mit meinem neuen Mittel ist die Jodschicht immer mit Brom gesättigt, weil man die Platte dem Dampfe dieser Substanz wenigstens die Hälfte der erforderlichen Zeit ohne Nachtheil aussetzen kann; denn die Anbringung der Goldschicht widersetzt sich der Bildung des sogenannten *Bromschleiers* (*voile de brome*). Man darf indefs diese Leichtigkeit nicht mifsbrauchen, denn da die Goldschicht sehr dünn ist, könnte sie leicht angegriffen werden, besonders wenn man sie beim Poliren stark abgerieben hat [2]). Vielleicht findet man das Verfahren, welches ich angeben werde, etwas umständlich; allein un-

1) Jedermann weifs, dafs trockner Bromdampf dem mit Bromwasser erhaltenen vorzuziehen ist, denn der letztere hat das Ueble, dafs er Feuchtigkeit mit sich führt, die sich auf der Platte verdichtet. Die Anwendung von Oel, wie ich weiterhin zeigen werde, hebt diese Wirkung und giebt dem mit Wasser gemengten Bromdampf dieselbe Eigenschaft, welche der trockne Bromdampf besitzt.

2) Diefs ist so wahr, dafs, wenn man ein Bild auf einer mehrmals fixirt gewesenen Platte macht, man sie dem Bromdampf so oft über die nothwendige Zeit hinaus aussetzen kann, als sie verschiedene Goldschichten empfangen hat.

geachtet ich den Wunsch hatte, es möglichst zu vereinfachen, bin ich im Gegentheil durch die Resultate meiner Versuche noch zu einer Vervielfältigung der angewandten Substanzen geführt worden, da sie alle in der Gesammtheit des Processes eine wichtige Rolle spielen. Ich halte sie für ganz nothwendig zur Erlangung eines vollkommenen Resultats, und das mufs so seyn, weil ich erst stufenweise die Eigenschaften der verschiedenen Metalle auffand, von denen einige die Schnelligkeit, andere die Kräftigkeit etc. des Bildes befördern [1]).

Aus dem Zusammenwirken dieser Substanzen entspringt eine Kraft, welche alle unbekannten Wirkungen aufhebt, die sich so oft dem Zustandekommen eines Bildes widersetzten [2]).

Ich glaube übrigens nicht, dafs Wissenschaft und Kunst an der Betrachtung einer etwas langen Manipulation Anstand nehmen dürfen; vielmehr mufs man sich glücklich schätzen für diesen Preis schöne Resultate zu erhalten, besonders wenn die Mittel der Ausführung leicht sind.

Die galvanische Zubereitung der Platte hat keine Schwierigkeit. Die Operation zerfällt in zwei Haupttheile. Der erstere, welcher der längste ist, kann sehr lange im Voraus gemacht werden, ist als eine Vervollständigung der Fabrication der Platte zu betrachten. Ist diese Operation einmal gemacht, so dient sie in's Unbestimmte, und man kann, ohne sie zu wiederholen, eine grofse Zahl von Bildern auf derselben Platte machen.

1) Ich will blofs sagen, dafs die Anwendung aller weiterhin angegebenen Metalle unerläfslich ist; allein man kann die Anwendungsweise derselben abändern.

2) Denn wenn man diese Elemente wie in einer Volta'schen Säule vermehrt, erhöht man diese Kraft, und gelangt so dahin, die trägsten Strahlen, z. B. die rothen und grünen, in derselben Zeit zur Wirksamkeit zu bringen.

Angabe der neuen Substanzen.

1) Wäfsrige Lösung von Quecksilberchlorid (Aetzsublimat); — 2) Lösung von Quecksilbercyanid; — 3) weifses, mit Salpetersäure angesäuertes Steinöl; — 4) Lösung von Gold- und Platinchlorid.

Zubereitung dieser Substanzen.

Wäfsrige Lösung des Quecksilberchlorids. — 5 Decigrammen dieses Chlorids werden in 700 Grm. destillirten Wassers gelöst.

Lösung von Quecksilbercyanid. — Man sättigt in einer Flasche destillirtes Wasser mit Quecksilbercyanid, giefst ein beliebiges Volum ab, und verdünnt es mit einer gleichen Menge destillirten Wassers.

Weifses gesäuertes Steinöl [1]). — Man säuert diefs Oel, indem man es in einer Flasche mit einem Zehntel reiner Salpetersäure mengt und damit unter bisweiligem Umschütteln zum wenigsten 48 Stunden stehen läfst. Dann giefst man das Oel ab, welches nun gesäuert ist, das Lackmuspapier stark röthet, auch ein wenig gefärbt, jedoch klar geblieben ist.

Lösung von Gold- und Platinchlorid. — Um die Lösungen nicht zu vervielfältigen, habe ich zum Ausgangspunkt das gewöhnliche Goldchlorid genommen, welches zum Fixiren der Bilder dient. Bekanntlich besteht es aus

1) Das zweckmäfsigste Steinöl hat immer eine grünlichgelbe Farbe, und giebt, unter verschiedenen Winkeln, azurblaue Reflexe. Ich ziehe dieses Oel den fetten Oelen vor, weil es, obgleich stark gesäuert, immer klar bleibt. Mein Zweck bei Anwendung eines gesäuerten Oels ist: die Metalle in Pulver zu verwandeln, und dieses Pulver auf der Oberfläche der Platte fest zu halten, zugleich auch durch seine Fettigkeit die Dicke der Schicht zu verstärken. Denn die Naphtha, die man durch Destillation dieses Oels erhält, giebt nicht dieselbe Wirkung, weil sie, als zu flüssig, das Pulver der Metalle mit fortführt. Aus demselben Grunde habe ich neuerdings die Anwendung des *Lavendelöls* empfohlen, lieber als die des Terpenthinöls.

1 Grm. Goldchlorid und 4 Grm. unterschwefligsauren Natrons auf ein Liter destillirten Wassers. — Was das Platinchlorid betrifft, so löst man 2,5 Decigrm. desselben in 3 Liter destillirten Wassers. Dann vermischt man beide Lösungen zu gleichen Mengen mit einander.

Um mich bei der folgenden Beschreibung möglichst kurz zu fassen, werde ich bezeichnen *die wäſsrige Quecksilberchlorid-Lösung* durch Sublimat, *die Quecksilbercyanid-Lösung* durch Cyanid, *das gesäuerte Steinöl* durch Oel, *die Gold- und Platinchlorid-Lösung* durch Gold und Platin, und *das Eisenoxyd* durch Roth.

Verfahrungsweise. Erste Zubereitung der Platte.

Man polirt die Platte zuvörderst mit Sublimat und Tripel, und darauf mit Roth [1]), bis man zu einem schönen Schwarz gelangt. Alsdann legt man die Platte auf eine horizontale Ebene, gieſst die Cyanidlösung darauf und erwärmt dieselbe mit einer Lampe genau wie wenn man ein Bild mit Goldchlorid fixirte. Das Quecksilber lagert sich in Gestalt einer weiſslichen Schicht ab. Man läſst die Platte ein wenig erkalten, und nachdem man die Flüssigkeit abgegossen hat, trocknet man sie durch Abreiben mit Baumwolle und Aufpudern von Roth.

Man hat nun die weiſsliche Schicht des Quecksilber-Absatzes zu poliren. Dieſs geschieht, indem man die Schicht mit einem Tupfbällchen von Baumwolle, welches man in Oel und Roth getaucht hat, genau so lange reibt,

1) Wenn ich hier das Roth allen anderen Substanzen vorziehe, so geschieht es, nicht weil ich ihm eine photogenische Eigenschaft beilege, sondern weil es am besten bräunt (*brunirt*) und zur Fixirung der Goldschicht beiträgt, die dann nicht mehr bei zu starker Erwärmung in Schüppchen abspringt.

Die galvanischen Platten (*plaques galvaniques*), wenn sie nicht marmorirt, noch schwarz gefleckt sind (was anfangs bisweilen geschah), nehmen besser als die anderen die Metalle auf, und deshalb haftet das Goldchlorid stärker daran und löst sich nicht in Schüppchen ab.

bis sie schön schwarz geworden ist. Man kann zuletzt ziemlich stark reiben, allein blofs mit Baumwolle, um die gesäuerte Schicht (*couche acidulé*) möglichst dünn zu machen.

Hierauf bringt man die Platte auf eine horizontale Ebene und übergiefst sie mit der Gold-Platin-Lösung. Man erwärmt wie gewöhnlich, läfst darauf erkalten, giefst die Flüssigkeit ab, und trocknet die Platte, indem man sie mit Baumwolle und Roth schwach reibt.

Man mufs diese Operation mit Sorgfalt ausführen, vor allem, wenn man nicht sogleich zur Anfertigung des Bildes schreitet; denn sonst bleiben auf der Platte Linien von der Flüssigkeit, die immer schwer fortzuschaffen sind. Durch diese letzte Reibung darf die Platte nur getrocknet, nicht polirt werden.

Hiemit schliefst die erste Zubereitung der Platte, die, welche lange im Voraus gemacht werden kann.

Zweite Zubereitung.

Ich halte es nicht für zweckmäfsig, zwischen dieser Operation und der Jodirung mehr als zwölf Stunden verstreichen zu lassen.

Wir haben die Platte mit einem Absatz von Gold und Platin bekleidet verlassen. Um diese Schicht zu poliren nehme man ein Tupfbällchen von Baumwolle mit Oel und Roth, und reibe die Platte bis sie wieder schwarz wird; dann reibe man sie mit Alkohol und Baumwolle allein, um die Schicht von Oel und Roth möglichst fortzunehmen.

Alsdann reibt man die Platte mit Baumwolle, getränkt mit Cyanid, ziemlich stark, und dabei mehrmals über dieselben Stellen hinwegfahrend. Da diese Schicht sehr schnell trocknet, so könnte sie auf der Platte Spuren von Ungleichheit hinterlassen; um diefs zu vermeiden, mufs man das Cyanid wieder überfahren, und zwar während die Platte noch feucht ist, mit einem etwas mit

Oel benetzten Tupfbällchen, mit dem man sich bemüht die ganze Oberfläche der Platte zu reiben, und sonach diese beide Substanzen zu vermengen; hierauf reibt man die Platte, um sie zu glätten und zugleich zu trocknen, mit einem Tupfbällchen von trockner Baumwolle, und nimmt dabei von diesem die Theile ab, welche sich mit Cyanid und Oel befeuchteten. Endlich, da die Baumwolle noch einige Theile zurückläfst, bepudert man die Platte gleichmäfsig mit etwas Roth, und reibt sie sanft und in die Runde.

Hierauf reibt man die Platte mit einem, blofs mit Oel imprägnirten Bällchen gleichmäfsig, und solchergestalt, dafs die Bräune des Metalls (*bruni du metall*) wieder zum Vorschein kommt; dann überpudert man sie mit Roth und reibt sanft in die Runde, so dafs alles Roth und, mit diesem, der Ueberschufs der gesäuerten Schicht heruntergenommen werde [1]).

Endlich reibt man stark mit einem etwas festen Baumwollenbällchen, um die letzte Politur zu geben [2]).

Es ist nicht nöthig, die mit Oel und Roth befeuchteten Bällchen oft zu erneuen; nur mufs man sie gegen Staub schützen.

Ich sagte vorhin, dafs die erste Zubereitung der Platte in's Unbestimmte vorhalte; allein man begreift, dafs die zweite abgeändert werden mufs, je nachdem man mit einer Platte arbeitet, die ein fixirtes oder nicht fixirtes Bild erhalten hat.

1) Man mufs darauf sehen, möglichst wenig zu drücken (*d'appuyer*), denn sonst würde das Roth an der Platte haften und einen allgemeinen Schleier bilden.

2) Wenn man mit einer Platte operirt, die lange zuvor die erste Zubereitung erfahren hat, so mufs man, vor der Anwendung des gesäuerten Oels und des rothen Oxyds, so verfahren, wie ich es weiterhin für eine Platte angeben werde, die ein fixirtes Bild empfangen hat. Diese Vorsicht ist nothwendig, um die Flecke zu zerstören, welche mit der Zeit entstanden seyn könnten.

Ueber das fixirte Bild.

Die vom Waschwasser zurückgelassenen Flecke mufs man mit rothem Oxyd und schwach mit Salpetersäure (von 2° in dieser Jahreszeit (April) und weniger im Sommer) gesäuertem Wasser fortnehmen; hierauf mufs man die Platte mit Oel und Roth poliren, um alle Spuren des Bildes, welches man auslöscht, fortzunehmen. Dann setzt man die Operation fort, wie ich es oben bei der Zubereitung neuer Platten, von der Behandlung mit Alkohol an, angegeben habe.

Ueber das nicht fixirte Bild, dessen empfindliche Schicht aber wie gewöhnlich mit unterschwefligsaurem Natron fortgenommen worden.

Zuvörderst mufs man die Platte mit Alkohol und Roth reiben, um die letzten Spuren des Oels, welches zur Darstellung des vorherigen Bildes diente, fortzunehmen. Dann fährt man fort, wie oben angegeben für eine neue Platte, von der Behandlung mit Alkohol an.

Uebersicht der Operation.

Erste Zubereitung. — 1) *Quecksilbersublimat* mit *Tripel*, und dann *Roth*, um die Platte zu poliren; — 2) *Quecksilbercyanid erhitzt* und *getrocknet* mit *Baumwolle* und *Roth;* — 3) *Gesäuertes Oel* mit *Roth*, um die Quecksilberschicht zu poliren; — 4) *Gold* und *Platin erwärmt* und *getrocknet* mit *Baumwolle* und *Roth.*

Zweite Zubereitung. — 5) *Gesäuertes Oel* mit *Roth*, um die Gold- und Platinschicht zu poliren; — 6) *Absoluten Alkohol,* um Oel und Roth möglichst fortzunehmen; — 7) *Quecksilbercyanid kalt angewandt* und blofs mit Baumwolle gerieben; — 8) *Oel*, ziemlich *stark gerieben* und zuletzt mit *aufgepudertem* Roth *abgeglichen* (*égalisée*).

Ueber das fixirte Bild. — 1) *Salpetersäure* von 2° mit *Roth*, um die Flecken fortzunehmen; — 2) *Oel* mit

Roth, um die Spuren des Bildes fortzunehmen und um zu poliren; — 3) Fortfahren, wie vorhin gesagt, von No. 6 an, Alkohol etc.

Ueber das nicht fixirte Bild, dessen empfindliche Schicht aber mit unterschwefligsaurem Natron fortgenommen worden; — 4) *Alkohol* mit *Roth*, um die Oelspuren fortzunehmen, und fortfahren, wie oben, von No. 6 an, Alkohol etc.

Bemerkungen. Ueber die Jodirung. Die Farbe des Bildes hängt von dem Ton ab, den man dem Metalljodid giebt. Man kann sie demnach nach Belieben verändern; allein das *violette Rosenroth* schien mir die zweckmäfsigste Farbe.

Um das Jod auf die Platte zu übertragen, kann man statt des Kartenblattes eine Steingutplatte nehmen, deren Glasur abgeschliffen worden. Das durch dieses Mittel übertragene Jod wird nicht zersetzt. Es ist unnöthig, ja sogar schädlich, die Platte, bevor man sie den Joddämpfen aussetzt, zu erwärmen.

Von der Waschung mit unterschwefligsaurem Natron. — Zur Fortnahme der empfindlichen Schicht darf die Lösung des unterschwefligsauren Natrons nicht zu concentrirt seyn, weil sie sonst die kräftigen Parthien verschleiert; 60 Grammen des Salzes reichen hin für 1 Liter destillirten Wassers.

VII. *Untersuchungen über die Zersetzungsproducte der Schwefelblausäure und Ueberschwefelblausäure; von Dr. C. Voelkel,*

Professor der Chemie und Physik am Lyceum in Solothurn.

Vierte Abhandlung [1]).

Poliēn und seine Zersetzungsproducte.

Die Darstellung, so wie einige Eigenschaften des Poliēns sind bereits in meiner dritten Abhandlung (Poggendorff's Annal. Bd. LXI S. 369) beschrieben worden. Das Poliēn ist, wie bereits dort angegeben wurde, in reinem Zustand vollkommen weiſs, gewöhnlich aber von etwas gelblicher Farbe, in Wasser nur äuſserst wenig auflöslich, in Alkohol und Aether vollkommen unlöslich. In verdünntem Kali löst es sich bei gewöhnlicher Temperatur nur in geringer, beim Kochen in etwas gröſserer Menge auf, doch findet hiebei eine theilweise Zersetzung unter Bildung von Ammoniak statt. In concentrirtem Kali löst es sich beim Kochen leicht, jedoch wird es hiebei unter Entwicklung von Ammoniak verändert. Gegen Säuren verhält sich das Poliēn wie eine Basis, es verbindet sich damit, doch werden diese Verbindungen schon durch Wasser zersetzt; das hierbei abgeschiedene Poliēn hält aber einen Theil der Säure zurück, den man nur durch Behandeln mit einem Alkali entfernen kann. Diese Eigenschaft des Poliēns habe ich benutzt, um das Atomgewicht desselben zu bestimmen; ich leitete nämlich über vollkommen wasserfreies Poliēn ei-

1) Die erste Abhandlung hierüber findet sich in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XXXXIII S. 74; die zweite in den Annalen der Physik und Chemie, von Poggendorff, Bd. LVIII S. 135; die dritte ebendaselbst, Bd. LXI S. 149 und 353.

nen Strom trockner Salzsäure, und darauf, um die überschüssige Salzsäure zu entfernen, trockne Luft.

I. 0,943 Grm. Poliēn nahmen hiebei auf 0,269 Grm. Salzsäure.

II. 1,256 Grm. Poliēn nahmen hiebei auf 0,358 Grm. Salzsäure.

Aus I. berechnet sich das Atomgewicht des Poliēns =1595,49. Aus II. das Atomgewicht =1596,7, welche beide Zahlen von der nach der Formel: $C_6 N_{12} H_{12}$ berechneten 1687,72 nur wenig abweichen. Es geht hieraus hervor, dafs das Poliēn, für welches ich in meiner ersten Abhandlung die Formel: $C_4 N_8 H_8$ aus gewissen Gründen annahm, nicht allein gleiche procentische Zusammensetzung, sondern auch gleiches Atomgewicht mit dem von Liebig entdeckten Melamin besitzt.

Von verdünnter Salzsäure wird das Poliēn beim Kochen nicht verändert, von concentrirter aber unter Bildung von 2 At. Ammoniak bei Aufnahme der Bestandtheile von 2 At. Wasser in das von Liebig entdeckte Ammelin: $C_6 N_{10} H_{10} O_2$ umgewandelt.

1 At. Poliēn	=	6C + 12N + 12H
2 At. Wasser	=	+ 4H + 2O
		6C + 12N + 16H + 2O
davon ab 2 At. Ammoniak	=	2N + 6H
bleibt übrig 1 At. Ammelin	=	6C + 10N + 10H + 2O.

Aus der salzsauren Lösnng wird das Ammelin durch Ammoniak als eine weifse voluminöse Masse niedergeschlagen.

0,366 Grm. Ammelin, bei 100° C. getrocknet, gaben 0,384 Grm. Kohlensäure und 0,132 Grm. Wasser.

Mit Kupferoxyd verbrannt, wurde ein Gasgemenge erhalten, worin Kohlensäure zu Stickgas im Verhältnifs von 12 : 10; also Kohlenstoff zu Stickstoff im Atomenverhältnifs wie 6 : 10 sich fand.

Diese Resultate stimmen ganz mit den von Liebig

erhaltenen, so wie mit der Formel: $C_6 N_{10} H_{10} O_2$ überein.

		Berechnet.	Gefunden.
6 At. Kohlenstoff	=450,72	28,37	28,28
10 At. Stickstoff	=875,00	55,08	55,00
10 At. Wasserstoff	= 62,50	3,94	4,00
2 At. Sauerstoff	=200,00	12,61	12,72
Atomengewicht	1588,22	100,00	100,00.

Was die Eigenschaften dieses Körpers betrifft, so sind sie so vollständig von Liebig angegeben worden, dafs ich nichts weiter hinzuzufügen habe.

Mit concentrirten Säuren, wie Salpetersäure (1,5 spec. Gewicht), so wie concentrirter Schwefelsäure, geht das Poliēn, indem 3 At. Ammoniak abgeschieden, und dafür 3 At. Wasser aufgenommen werden, in das von Liebig (Annalen der Pharmacie, Bd. X S. 24) entdeckte Ammelid: $C_6 N_9 H_9 O_3$ über.

	1 At. Poliēn	$= 6C + 12N + 12H$
	3 At. Wasser	$= \quad + 6H + 3O$
		$6C + 12N + 18H + 3O$
davon ab	3 At. Ammoniak	$= \quad 3N + 9H$
bleibt übrig	1 At. Ammelid	$= 6C + 9N + 9H + 3O.$

Bei längerer Einwirkung geht dieses letztere wieder, indem für 3 At. Ammoniak, die ausscheiden, 3 At. Wasser aufgenommen werden, in Cyanursäure: $C_6 N_6 H_6 O_6$ über, wie Liebig und Knapp (Annalen der Pharmacie, Bd. XXI, S. 241) gefunden haben.

Als Endresultat der Einwirkung von Säuren auf das Poliēn haben wir daher die Cyanursäure, indem das Poliēn 6 At. Wasser aufnimmt, und 6 At. Ammoniak abgiebt.

	1 At. Poliēn	$= 6C + 12N + 12H$
	6 At. Wasser	$= \quad + 12H + 6O$
		$6C + 12N + 24H + 6O$
davon ab	6 At. Ammmoniak	$= \quad + 6N + 18H$
bleibt übrig	1 At. Cyanursäure	$= 6C + 6N + 6H + 6O.$

Die basischen Eigenschaften des Poliēns verschwinden daher in eben dem Maafse als es Ammoniak abgiebt und Wasser aufnimmt (Liebig über das Melam).

Das Verhalten des Poliēns zu Kali zeigt grofse Aehnlichkeit mit dem zu Säuren; die Zersetzungsproducte sind ebenfalls verschieden, je nach der Concentration des angewandten Kalis, wie auch Liebig und Knapp bei dem Melam (unreinem Poliēn) nachgewiesen haben. Im Allgemeinen findet hier ebenfalls eine Entwicklung von Ammoniak statt, und wird wieder für jedes Atom Ammoniak 1 At. Wasser aufgenommen.

Liebig giebt an, dafs das Melam, wenn man es mit mäfsig concentrirtem Kali kocht, rasch zersetzt wird, dafs sich jedoch, wenn man die Flüssigkeit, noch ehe alles Melam verschwunden ist, filtrirt, ein weifses, schweres, körniges Pulver (reines Melam nach Liebig) absetzt. Dieselbe Beobachtung machte ich auch beim Poliēn. Es entweicht jedoch bei diesem Kochen Ammoniak, was Liebig übersehen hat.

Liebig erhielt bei den Analysen folgendes:

0,618 Grm. gaben ihm 0,680 Grm. Kohlensäure und 0,224 Grm. Wasser, und

0,639 Grm. gaben 0,706 Grm. Kohlensäure und 0,222 Grm. Wasser.

Mit Kupferoxyd verbrannt, wurde ein Gasgemenge erhalten, in welchem sich Stickstoff und Kohlensäure im Verhältnifs wie 11 : 12 fanden; also Kohlenstoff und Stickstoff in Atomen wie 6 : 11.

Ich erhielt ein Resultat, was beinahe ganz mit diesem übereinstimmte; ferner gaben mir:

0,320 Grm. Substanz 0,347 Grm. Kohlensäure und 0,117 Grm. Wasser.

Diefs giebt in 100 Theilen:

	Liebig. I.	Liebig. II.	Voelckel.
Kohlenstoff *)	=30,07	30,21	30,00
Stickstoff	=65,91	65,93	65,95
Wasserstoff	= 4,02	3,86	4,05
	100,00	100,00	100,00.

Diese Resultate stimmen, wie man sieht, sehr gut unter sich, so wie ziemlich mit der Formel $C_6 N_{11} H_9$ überein, welche giebt:

6 At. Kohlenstoff	= 450,72	30,67
11 At. Stickstoff	= 962,50	65,50
9 At. Wasserstoff	= 56,25	3,83
Atomgewicht	=1469,47	100,00.

Aber die ziemlich bedeutenden Abweichungen zwischen den erhaltenen und berechneten Resultaten zeigen schon, dafs der Körper diese Zusammensetzung nicht besitzen kann. Noch mehr geht diefs aber aus seinem Verhalten hervor. Denn behandelt man diesen weifsen Körper mit kochendem Wasser, so löst er sich darin zum Theil auf, beim Erkalten der Flüssigkeit scheidet sich wieder ein weifser Körper ab, welcher bei der Analyse folgendes gab:

0,410 Grm. lieferten 0,444 Grm. Kohlensäure und 0,160 Grm. Wasser.

Bei der qualitativen Analyse fand sich CO_2 : N im Verhältnifs wie 24 : 23; also Kohlenstoff zu Stickstoff in Atomen wie 12 : 23.

Diese Resultate führen zu der Formel: $C_{12} N_{22} H_{17}$, welche giebt:

*) Kohlenstoff =75,12.

		Berechnet.		Gefunden.
12 At. Kohlenstoff	=	901,44	29,58	29,61
23 At. Stickstoff	=	2012,50	66,10	66,06
21 At. Wasserstoff	=	131,25	4,32	4,33
Atomengewicht	=	3045,19	100,00	100,00.

Dieser Körper ist offenbar kein einfacher, sondern wahrscheinlich ein Gemenge von unzersetztem Poliēn: $C_6 N_{12} H_{12}$ und einem Zersetzungsproduct desselben, dem *Ammelēn*: $C_6 N_{10} H_6$.

Der nach mehrmaligem Auskochen mit Wasser zurückbleibende Körper ist weifs.

0,547 Grm. gaben 0,596 Grm. Kohlensäure und 0,188 Grm. Wasser

0,233 Grm. von einer andern Darstellung lieferten 0,250 Grm. Kohlensäure und 0,083 Grm. Wasser.

Bei der qualitativen Analyse wurde ein Gasgemenge erhalten, worin Kohlensäure zu Stickgas im Verhältnifs von 24 : 20 sich fand. Der Kohlenstoff steht daher zum Stickstoff in diesem Körper in Atomenzahlen wie 12 : 20.

Diese Resultate führen zu der Formel: $C_{12}N_{20}H_{18}O_3$, welche giebt:

		Berechnet.		Gefunden. I.	Gefunden. II.
12 At. Kohlenstoff	=	901,44	29,42	29,66	29,29
20 At. Stickstoff	=	1750,00	57,11		
18 At. Wasserstoff	=	112,50	3,67	3,80	3,89
3 At. Sauerstoff	=	300,00	9,80		
Atomengewicht	=	3063,94	100,00.		

Dieser Körper, den ich einstweilen *Albēn* nennen will, ist ein einfaches Zersetzungsproduct des Poliēns; er ist daraus entstanden, indem von 2 At. des letzteren 4 At. Ammoniak ausgetreten und dafür 3 At. Wasser anfgenommen worden sind.

2 At. Poliēn	=	$12C + 24N + 24H$
3 At. Wasser	=	$+ 6H + 3O$
		$12C + 24N + 30H + 3O$
davon ab 4 At. Ammoniak	=	$4N + 12H$
bleibt übrig 1 At. Albēn	=	$12C + 20N + 18H + 3O.$

Das Albēn [1]) steht zu dem Ammelin $C_6 N_{10} H_{10} O_2$ in einer nahen Beziehung, es unterscheidet sich von letzterem nur durch die Elemente des Wassers; es geht auch bei längerem Kochen mit verdünntem Kali, indem es noch Wasser aufnimmt, in das Ammelin über.

Aus diesen Resultaten geht nun hervor, dafs das Poliēn beim Kochen mit concentrirtem Kali Ammoniak verliert, und wahrscheinlich zunächst in das Ammelēn: $C_6 N_{10} H_6$ übergeht, welcher letztere dann wieder nach und nach Wasser aufnimmt, zuerst in das Albēn und zuletzt in das Ammelin sich verwandelt.

Kocht man Poliēn mit verdünntem Kali, so löst es sich erst nach längerem Kochen ebenfalls unter Ammoniakentwicklung auf. Die Lösung ist etwas gefärbt, bei starkem Eindampfen scheiden sich beim Erkalten Krystalle ab, die aus einem Kalisalze und einem andern Körper (Melamin?) bestehen. Die davon getrennte Flüssigkeit giebt darauf mit Essigsäure einen dicken weifsen Niederschlag (Ammelin). Liebig giebt (Annalen der Pharmacie, Bd. X, S. 17) an, dafs sich beim Kochen von Melam (unreinem Poliēn) nur dann Ammoniak entwikkele und ein Kalisalz bilde, wenn die Masse bei der Darstellung des Melams zu stark erhitzt worden sey, also bereits Ammoniak abgegeben habe. Nach diesem Raisonnement soll also ein Körper, der durch keine Behand-

1) Was die Namen Albēn, Ammelin für die einander sehr ähnlichen Körper betrifft, so sind sie nicht gut; es wäre zu wünschen, dafs Berzelius in seinem Jahresbericht dafür bessere, die Zusammensetzung bezeichnendere vorschlagen würde.

handlung Ammoniak verloren hat, beim Kochen mit Kali kein Ammoniak entwickeln, während derselbe, wenn er durch Erhitzen bereits Ammoniak abgegeben hat, mit Kali leicht Ammoniak liefern würde. Ich habe kaum nöthig hinzuzufügen, dafs dieses sowohl logisch als experimentell unrichtig ist.

Die abgeschiedenen Krystalle enthalten, wie bereits angegeben wurde, aufser einem Kalisalze einen krystallinischen Körper in geringer Menge, der nach einigen Versuchen, die ich damit anstellte, Aehnlichkeit mit dem von Liebig entdeckten Melamin: $C_6 N_{12} H_{12}$ zeigt. Ich habe diesen Körper bei mehreren Operationen immer nur in kleiner Menge erhalten; aus den Angaben von Liebig geht jedoch hervor, dafs er diesen Körper in gröfseren Quantitäten erhalten hat. Es ist wahrscheinlich, dafs zur Gewinnung desselben eine Kalilösung von bestimmter Stärke nöthig ist; ich habe mich mit diesem Gegenstand, theils da das Melamin sehr genau von Liebig untersucht wurde, und aufserdem dasselbe kein Zersetzungsproduct, sondern nur Umwandlungsproduct des Poliëns ist, theils auch aus Mangel an Material, nicht näher beschäftigt.

Das Kalisalz besteht aus einer geringen Menge cyanursaurem Kali, so wie aus einer eigenthümlichen Säure, die, so weit ich dieselbe untersucht habe, ganz mit derjenigen übereinstimmt, die Liebig in einer Note zu meiner ersten Abhandlung (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XXXIV S. 98) beschrieben hat. Wenn man zu der concentrirten Auflösung des Kalisalzes eine Säure hinzufügt, so scheidet sich dieselbe, da sie in kaltem Wasser schwer löslich ist, als eine weifse Masse ab, die sowohl in kochendem Wasser als Alkohol ziemlich leicht löslich ist, und sich beim Erkalten in glänzenden Nadeln abscheidet, wie es auch Liebig angiebt. Die wässerige Lösung reagirt schwach sauer, und giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen weifsen Niederschlag. Beim Er-

hitzen der Substanz in einer Glasröhre erhält man zuerst einen weifslichen Dampf, dann Ammoniak, es bleibt ein gelblicher Körper, der zuletzt unter Entwicklung von Cyan verschwindet. Von diesem Körper konnte ich wegen der geringen Menge von Substanz keine Analysen machen; ich will die von Liebig anführen, die auf das Atomengewicht des Kohlenstoffs =75,12 berechnet sind. Liebig hat sowohl die Säure, als auch das Silbersalz analysirt. Letzteres gab ihm in vier Bestimmungen in 100 Theilen 58,4, 58,8, 58,3, 58,5 metallisches Silber. Ferner gaben 100 Theile desselben 48,83, 48,86, 49,06 Kohlensäure und 3,7, 4,1, 4,0 Wasser. Bei der qualitativen Stickstoffbestimmung wurde Stickstoff zur Kohlensäure im Volumenverhältnifs wie 10 : 16, also im Atomenverhältnifs wie 10 : 8 erhalten. Diese Resultate führen zu der Formel: $C_8 N_{10} H_2 O_2 + 2 AgO$, welche giebt:

		Berechnet.		Gefunden.			
8 At. Kohlenstoff		= 600,96	13,12	13,35	13,36		
10 At. Stickstoff		= 875,00	19,06				
2 At. Wasserstoff		= 12,50	0,28	0,41	0,44		
2 At. Sauerstoff		= 200,00	4,33				
2 At. Silber	}	=2703,22	58,88	58,4	58,8	58,3	58,5
2 At. Sauerstoff	}	= 200,00	4,33				
Atomengewicht		=4591,68	100,00.				

Betrachtet man dieselben, so stimmen sie, so gut als man es nur verlangen kann, mit einander überein.

Bei der reinen Säure erhielt Liebig keine übereinstimmenden Resultate. Bei mehrmaligem Umkrystallisiren Folgendes:

	Erste Krystallisation.	Zweite.	Dritte.
Kohlenstoff	=31,94	31,94	30,41
Stickstoff	=46,59	46,59	44,27
Wasserstoff	= 1,57	1,86	2,00
Sauerstoff	=19,90	19,61	23,32
	100,00	100,00	100,00.

Aus diesen Zahlen ersieht man, dafs der Wasserstoff sich zugleich mit dem Sauerstoff im Verhältnifs wie im Wasser vermehrt, dafs daher dieser Körper bei erneuerten Krystallisationen Wasser aufnimmt. Die erhaltenen Zahlen liegen zwischen den berechneten von: $C_8 N_{10} H_4 O_3$ und $C_8 N_{10} H_6 O_4$, und stimmen am besten mit letzterer überein, welche giebt:

8 At. Kohlenstoff	=	600,96	31,40
10 At. Stickstoff	=	875,00	45,72
6 At. Wasserstoff	=	37,50	1,96
4 At. Sauerstoff	=	400,00	20,92
Atomengewicht	=	1913,46	100,00.

Die rationelle Formel der Säure ist alsdann: $C_8 N_{10} H_2 O_2 + 2 . H_2 O$

Die rationelle Formel des Silbersalzes: $C_8 N_{10} H_2 O_2 + 2 . AgO$

Liebig betrachtet diese Säure nicht auf diese Art, er nimmt den Wasserstoff, der bei der Analyse des Silbersalzes gefunden wurde, als nicht wesentlich an, und betrachtet dasselbe, so wie die Säure, folgendermafsen zusammengesetzt:

$$C_8 N_{10} O_2 + 2 . H_2 O$$
$$C_8 N_{10} O_2 + 2 . AgO$$

Die Säure selbst wieder als eine Verbindung von Mellonsäure und Cyansäure:

1 At. Mellonsäure	=	$C_6 N_8 O + H_2 O$
1 At. Cyansäure	=	$C_2 N_2 O + 2 . H_2 O$
		$C_8 N_{10} O_2 + 2 . H_2 O.$

Was den Wasserstoffgehalt betrifft, den die Analyse des Silbersalzes nachweist, so ist er so geringe, dafs man ihn allenfalls als von hygroskopischem Wasser herrührend betrachten könnte. Doch folgt aus der Bildung des Körpers, so wie aus seiner Umwandlung beim Behandeln mit Säuren in Cyanursäure und Ammoniak, wie

sie von **Liebig** beobachtet wurde, dafs dieser Körper Wasserstoff als wesentlichen Bestandtheil enthalten müsse. Drei Atome dieses Körpers und 12 At. Wasser geben 4 At. Cyanursäure und 6 At. Ammoniak:

$$
\begin{array}{lll}
3 \text{ At. dieses Körpers} & = & 24C + 30N + 18H + 12O \\
12 \text{ At. Wasser} & = & + 24H + 12O \\
\hline
 & & 24C + 30N + 42H + 24O.
\end{array}
$$

$$
= \left\{ \begin{array}{lll}
4 \text{ At. Cyanursäure} & = & 24C + 24N + 24H + 24O \\
6 \text{ At. Ammoniak} & = & + 6N + 18H \\
\end{array} \right.
$$

$$
\overline{24C + 30N + 42H + 24O}
$$

Was die Bildung desselben betrifft, so läfst sich dieser Körper sowohl aus dem Poliēn als auch seinen Zersetzungsproducten, dem Ammelin, Glaucēn etc. leicht ableiten. 4 At. Poliēn und 12 At. Wasser geben 3 At. des neuen Körpers und 18 At. Ammoniak.

$$
\begin{array}{lll}
4 \text{ At. Poliēn} & = & 24C + 48N + 48H \\
12 \text{ At. Wasser} & = & + 24H + 12O \\
\hline
 & & 24C + 48N + 72H + 12O.
\end{array}
$$

$$
= \left\{ \begin{array}{lll}
3 \text{ At. des neuen Körpers} & = & 24C + 30N + 18H + 12O \\
18 \text{ At. Ammoniak} & = & + 18N + 54H \\
\end{array} \right.
$$

$$
\overline{24C + 48N + 72H + 12O}
$$

Eben so kann derselbe entstanden seyn aus dem Glaucēn: $C_4 N_6 H_2$, indem 2 At. desselben unter Aufnahme von 4 At. Wasser sich in 1 At. des neuen Körpers und 2 At. Ammoniak zersetzen.

$$
\begin{array}{lll}
2 \text{ At. Glaucēn} & = & 8C + 12N + 4H \\
4 \text{ At. Wasser} & = & + 8H + 4O \\
\hline
 & & 8C + 12N + 12H + 4O
\end{array}
$$

$$
= \left\{ \begin{array}{lll}
1 \text{ At. des neuen Körpers} & = & 8C + 10N + 6H + 4O \\
2 \text{ At. Ammoniak} & = & + 2N + 6H \\
\end{array} \right.
$$

$$
\overline{8C + 12N + 12H + 4O}
$$

Was die Ansicht von Liebig betrifft, dafs dieser Körper eine Verbindung von Cyansäure und Mellonsäure sey, so läfst sich hier gar vieles einwenden. Die Cyansäure ist eine so wenig beständige Säure, dafs dieselbe, sobald sie nur mit Wasser und einer anderen Säure in Berührung kommt, sich augenblicklich zersetzt. Es ist daher nicht denkbar, dafs dieselbe eine Verbindung mit einer andern Säure zugleich noch bei Gegenwart einer starken Basis (Kali) eingehe.

Liebig erhielt diesen Körper beim Behandeln des Rückstandes, der nach dem Erhitzen des Cyanoxysulfids ($C_8N_8H_4OS_8$ bis zum Glühen?) zurückbleibt. Ob zwar das Cyanoxysulfid nicht ganz in das Poliēn und dessen Zersetzungsreihe umgewandelt werden kann, so bildet es doch theilweise dieselben, indem dasselbe beim Erhitzen Schwefelblausäure liefert, welche letztere ihrerseits in das Poliēn etc. übergeht.

Liebig führt (Annalen der Pharmacie, X, S. 47) ein anderes Kalisalz an, das er durch Kochen von der beim Erhitzen des Melams etc. rückständigen Masse mit Kali erhielt. Die Säure dieses Salzes zerlegt sich, nach ihm, sowohl für sich als bei Behandlung mit Säuren sehr leicht in Cyanursäure und Ammoniak. Liebig läfst es unentschieden, ob der mit dem Kali verbundene Körper ein einfacher oder gemengter sey. Er giebt an, man könne das Kalisalz betrachten als ein Gemenge von Mellonkalium (C_6N_8K) und cyanursaurem Kali. Hiegegen läfst sich einwenden, dafs das Radical Mellon (C_6N_8) bis jetzt nicht existirt, und wäre diefs auch der Fall, so würde das Mellonkalium: C_6N_8K, beim Behandeln mit Säuren zuerst Mellonwasserstoffsäure $C_6N_8H_2$ liefern müsse, welche letztere sich so wenig als die oben angenommene Mellonsäure $C_6N_8O + H_2O$ blofs unter Aufnahme von Wasser in Cyanursäure und Ammoniak umwandeln kann.

Sucht man auf die von Liebig angegebene Analyse

des Silbersalzes die Formel der wasserhaltigen Säure zu berechnen, so erhält man folgende: $C_{13}N_{15}H_{11}O_9$. Hieraus geht hervor, dafs man dieselbe betrachten könne als ein Gemenge des vorigen Körpers: $C_8N_{10}H_6O_4$ und Cyanursäure:

$$\begin{array}{ll} & C_{13}N_{15}H_{11}O_9 \\ \text{davon ab} & =C_8\ N_{10}H_6\ O_4 \\ \hline \text{bleibt zurück} & =C_5\ N_5\ H_5\ O_5 \end{array}$$

oder die Elemente in derselben Anzahl wie in der Cyanursäure. Es läfst sich dann auch sehr leicht die gänzliche Umwandlung dieses Körpers in Cyanursäure und Ammoniak erklären.

Betrachten wir nun das Endresultat der Zersetzung von concentrirtem Kali auf das Poliēn und seine Zersetzungsproducte, so finden wir, dafs dasselbe identisch ist mit dem der Zersetzung von concentrirten Säuren. Es bildet sich in beiden Fällen Cyanursäure und Ammoniak.

Von einer Mellonverbindung findet sich keine Spur. Von schmelzendem Kali wird das Poliēn, wie bereits Liebig beim Melam gefunden hat, zersetzt in Cyansäure und Ammoniak.

$$\begin{array}{lll} \text{1 At. Poliēn} & = & 6C+12N+12H \\ \text{6 At. Wasser} & = & \qquad\qquad +12H+6O \\ \hline & & 6C+12N+24H+6O \\ \text{davon ab 6 At. Ammoniak} & = & \quad 6N+18H \\ \hline \text{bleiben zurück 3 At. Cyansäure} & = & 6C+\ 6N+\ 6H+6O \end{array}$$

Ueber das Verhalten des Poliēns beim Erhitzen habe ich bereits in meiner dritten Abhandlung angegeben, dafs dasselbe unter Ammoniakentwicklung zuletzt in das Glaucēn: $C_4N_6H_2$ übergeht. Zwischen diesen beiden Gliedern, dem Poliēn: $C_6N_{12}H_{12}$ und dem Glaucēn: $C_4N_6H_2$ oder $C_6N_9H_9$ liegt gewifs wenigstens noch eins, dessen Zusammensetzung wahrscheinlich $=C_6N_{10}H_6$,

welchem Körper ich bereits oben den Namen Ammelēn gegeben habe, ist. Diese Ansicht wird sehr wahrscheinlich durch die Betrachtung der Zersetzungsproducte des Poliēns durch Säuren und Alkalien, es entsteht hierbei zuerst das Ammelin: $C_6N_{10}H_{10}O_2$, dann das Ammelid: $C_6N_9H_9O_3$; dieses letztere entspricht dem Glaucēn: $C_6N_9H_3$, während das Ammelin dem hypothetischen: $C_6N_{10}H_6$ entsprechen würde. Es ist klar, dafs man beim Erhitzen des Poliēns einen Körper finden müsse, der nach der Formel: $C_6N_{10}H_6$ zusammengesetzt ist; es läfst sich jedoch, da diese Körper alle unlöslich sind in den Auflösungsmitteln, nicht beweisen, ob derselbe ein einfacher oder ein Gemenge sey.

Was das Glaucēn betrifft, so mufs ich es dahin gestellt seyn lassen, ob die rationelle Formel desselben: $C_4N_6H_2$ oder $C_6N_9H_3$ oder eine andere ist; es ist mir nicht möglich gewesen das Atomengewicht desselben zu bestimmen; auf jeden Fall ist die Formel desselben analog der des Ammelids, von welchem aber dieselbe auch noch nicht genau bestimmt ist.

Man erhält das Glaucēn, wie ich bereits in meiner dritten Abhandlung angegeben habe, wenn man Poliēn längere Zeit einer Glühhitze aussetzt; es bildet sich hierbei Ammoniak, so wie eine geringe Menge eines weifsen sublimirten Körpers. Es findet bei dieser Darstellung ein grofser Verlust an Material statt, indem der Punkt, wo die Entwicklung von Ammoniak aufhört, mit dem zusammenfällt, wo die Zersetzung des Glaucēns beginnt. Das erhaltene Glaucēn ist gelblichweifs, vollkommen unlöslich in allen Auflösungsmitteln, und wird selbst von concentrirten Säuren und Alkalien nur schwierig angegriffen.

Bei der qualitativen Analyse wurde ein Gasgemenge erhalten, worin Kohlensäure zu Stickstoff im Volumenverhältnifs wie 8 : 6 sich fand. Der Kohlenstoff steht daher zum Stickstoff im Atomenverhältnifs wie 4 : 6.

Ferner gaben:

I. 0,486 Grm. Glaucēn 0,632 Grm. Kohlensäure und 0,070 Grm. Wasser.

II. 0,494 Grm. Glaucēn 0,645 Grm. Kohlensäure und 0,071 Grm. Wasser.

Diefs giebt:

		Berechnet.		Gefunden.	
				I.	II.
4 At. Kohlenstoff	=300,48	35,85		35,44	35,70
6 At. Stickstoff	=525,00	62,66		62,97	62,73
2 At. Wasserstoff	= 12,50	1,49		1,59	1,57
Atomengewicht	=837,98	100,00		100,00	100,00

Es ist mir nicht möglich gewesen, einen Körper zu erhalten, dessen Kohlenstoffgehalt höher als 35,7 Proc. stieg, selbst als ich das Glaucēn längere Zeit einer so starken Glühhitze aussetzte, als man über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzug hervorbringen kann; bei welcher Temperatur bekanntlich das Glaucēn in Cyan, Blausäure und Stickgas zerlegt wird.

1 At. Cyan	$=C_2N_2$
1 At. Blausäure	$=C_2N_2H_2$
2 At. Stickstoff	$=N_2$
1 At. Glaucēn	$=C_4N_6H_2$.

Das Endresultat aller Zersetzungen, die das Poliēn erleidet, ist daher in sofern gleich, als sich immer eine Cyanverbindung bildet. Aus allen Resultaten geht nun hervor, dafs ein Körper von der Formel C_6N_8 (Mellon) oder $C_6N_8H_2$ (Mellonwasserstoffsäure) als Zersetzungsproduct des Poliēns nicht auftritt. Man wird mir zwar entgegnen, dafs Gmelin (Ann. der Pharmacie, Bd. XV S. 252) die Mellonwasserstoffsäure: $C_6N_8H_2$ erhalten hat. Aber ungeachtet aller Achtung für Gmelin, dessen Genauigkeit rühmlichst bekannt ist, mufs ich doch bekennen, dafs seine Versuche nicht entscheidend sind.

Gmelin hat diese sogenannte Mellonwasserstoffsäure nicht in freiem Zustand, sondern nur ihr Bleisalz analysirt; dieses enthält aber, nach seinen Angaben, selbst bei 120° C. noch Wasser, eben so das Kalisalz, welches letztere beim Erhitzen kohlensaures Ammoniak und Cyanammonium liefert. Da nun, so weit bis jetzt die Untersuchungen reichen, alle Haloïdverbindungen leicht im wasserfreien Zustand erhalten werden können, so dürfte wohl die Zusammensetzung dieser sogenannten Mellonwasserstoffsäure eine andere, als die angenommene seyn. Ich bedaure, dafs es mir nicht möglich war, diesen Gegenstand auf eine positive Art zu erledigen, indem es mir nicht geglückt ist, diesen Körper zu erhalten, ob zwar ich seit drei Jahren, während welcher Zeit ich mich mit den Schwefelverbindungen des Cyans beschäftige, oft Schwefelcyankalium auf alle mögliche Weise dargestellt habe.

Ueber die Einwirkung des Chlors auf die Ueberschwefelblausäure.

Bereits in meiner ersten Abhandlung (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XXXXIII S. 84) wurde angegeben, dafs die Ueberschwefelblausäure bei gewöhnlicher Temperatur von wasserfreiem Chlor nicht verändert wird, dafs sie aber bei gelindem Erwärmen in einem Wasserbade, unter Bildung von Chlorschwefel, Chlorcyan und Salzsäure, in einen braunrothen Körper umgewandelt wird. Ich habe diesen Körper in neuerer Zeit untersucht, und gefunden, dafs die Zusammensetzung desselben nicht constant ist; er scheint sich nach und nach ganz in obige Producte zu zersetzen. Er enthält Kohlenstoff und Stickstoff im Verhältnifs wie im Cyan, ferner Schwefel, Wasserstoff und Chlor. Er ist unlöslich in Wasser, und nur in geringer Menge auflöslich in Alkohol, auflöslich dagegen beim Kochen in Kali. Aufser diesem braunrothen Körper entsteht hierbei noch in ge-

ringer Menge ein weiſser, in Wasser unlöslicher, in Alkol dagegen auflöslicher Körper.

I. 0,3055 Grm. des braunrothen Körpers gaben 0,246 Grm. Kohlensäure und 0,034 Grm. Wasser.

II. 0,430 Grm. desselben mit chlorsaurem Kali und kohlensaurem Natron verbrannt, lieferten 1,170 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 37,54 Procent Schwefel.

III. 0,287 Grm. von einer andern Darstellung gaben 0,252 Grm. Kohlensäure und 0,027 Grm. Wasser.

Dieſs giebt:

	I und II.	III.
Kohlenstoff	=22,01	24,00
Stickstoff	=25,62	
Wasserstoff	= 1,32	1,04
Schwefel	=37,54	
Chlor	=13,51	
	100,00.	

Berechnet man auf die Analysen I und II eine Formel, so erhält man folgende: $C_{10}N_{10}H_6S_6Cl_2$. Es geht hieraus hervor, daſs das Chlor bei seiner Einwirkung der Ueberschwefelblausäure: $C_2N_2S_2 + H_2S$, Schwefel und Wasserstoff entzogen hat.

Ich schlieſse nun diese langwierigen Untersuchungen über die Zersetzungsproducte der Schwefelblausäure und Ueberschwefelblausäure, indem ich nochmals zurückkomme auf:

Die rationelle Zusammensetzung der Schwefelblausäure und Ueberschwefelblausäure.

Dieser Gegenstand, den ich einstweilen als erledigt betrachtete, indem Liebig, der zuerst gegen die von mir aufgestellte Theorie, daſs diese Säuren als Sulfosäuren nach den Formeln: $C_2N_2S + H_2S$ und $C_2N_2S_2 + H_2S$ zusammengesetzt betrachtet werden müſsten, auftrat, diese Ansicht wenigstens stillschweigend annahm,

ist in neuerer Zeit von einem Manne wieder aufgegriffen worden, von dem ich es am wenigsten vermuthete. Berzelius, den ich hier meine, betrachtet in dem 7ten Heft der 5ten Auflage seines Lehrbuchs der Chemie diese beiden Säuren sowohl, als auch die aus der Vereinigung von Cyan und Schwefelwasserstoff entstandenen Körper als Wasserstoffverbindungen besonderer ternärer und quaternärer schwefelhaltiger Radicale aus Gründen, die ich sogleich angeben werde. Nur ungern konnte ich mich entschliefsen, die neuen vorgebrachten Gründe zu widerlegen zu suchen, indem ich hier gegen einen Mann auftreten mufs, den ich hochschätze, und mit dessen Ansichten ich sonst ganz übereinstimme. Wären dieselben von einem Anderen vorgebracht worden, ich hätte sie ruhig der Kritik eines Jeden anheimgestellt; aber da dieselben durch den Namen von Berzelius dasjenige Gewicht erhalten, das ihnen sonst ihrem inneren Werth nach fehlt, so mufste eine Widerlegung versucht werden. Da die Gründe, welche Berzelius bestimmten, obige Ansicht nicht anzunehmen, speciell die Schwefelblausäure betreffen, so will ich sogleich mit dieser beginnen: Berzelius betrachtet dieselbe als eine Wasserstoffverbindung eines eigenen Radicals, des Rhodars: $C_2N_2S_2$, und zwar aus folgenden Gründen:

Berzelius sagt: »die Salze, welche eine alkalische Schwefelbasis enthalten, besitzen bestimmte Eigenschaften, welche unter sich übereinstimmen, mit welchem Sulfid auch die Schwefelbase verbunden ist, z. B. einen höchst widrigen Geschmack, den wir hepatisch nennen, und entwickeln, wenn man sie durch eine Säure zersetzt, Schwefelwasserstoff, diese Eigenschaften mangeln den Salzen der Schwefelblausäure gänzlich; die löslichen Salze schmekken salzartig, wie Haloïdsalze, und wenn man sie durch eine Säure zersetzt, so entsteht kein Geruch nach Schwefelwasserstoff, sondern es wird eine Wasserstoffsäure abgeschieden, welche einen rein sauren Geschmack besitzt.

Dieselbe kann destillirt werden, ohne dafs sich Schwefelwasserstoff abscheidet, was immer unbedingt der Fall seyn würde, wenn ein Sulfid mit Schwefelwasserstoff verbunden wäre.«

Was nun zuerst den Geschmack des Schwefelcyankaliums betrifft, von dem Berzelius angiebt, er habe keine Aehnlichkeit mit den Schwefelsalzen, sondern mit den Haloïdsalzen, so hätte ich nicht erwartet, dafs man diesen als Argument einer Ansicht anführe. Man hat bis jetzt in Streitfragen den Geschmack ganz aufser Acht gelassen, dem Sprichwort zufolge: *de gustibus non est disputandum.*

Die bis jetzt bekannten auflöslichen Schwefelsalze sind, wenn man das Schwefelcyankalium nicht hieher rechnen will, Verbindungen von starken Sulfobasen (KS) mit schwachen Sulfosäuren (Schwefelverbindungen der negativen Metalle, so wie des Kohlenstoffs). Es ist nun ganz in der Ordnung, dafs diese Salze einen hepatischen Geschmack (Geschmack nach der starken Sulfobase) besitzen. Darf aber hieraus geschlossen werden, dafs Schwefelsalze mit starken Sulfosäuren denselben hepatischen Geschmack besitzen müssen? Ich glaube diefs keineswegs, sondern gerade das Gegentheil. Es ist hier ganz dasselbe, als wenn Jemand behaupten wollte, das salpetersaure Kali sey kein Sauerstoffsalz, weil es nicht, wie das kohlensaure Kali, das derselbe als ein Sauerstoffsalz betrachtet, alkalisch reagire und laugenhaft schmecke. Wenn man die Sauerstoffsalze versucht, so wird man gewifs hinsichtlich des Geschmacks keine Gränzen finden, der Geschmack wechselt vom alkalischen, metallischen bis zum sauren, und wollte man nach dem Geschmack eine Classification der Sauerstoffsalze aufstellen, so müfste man eben so viel Classen aufstellen, als es Salze giebt. Berzelius giebt es nun selbst zu, dafs Sauerstoffsalze und Haloïdsalze einen ähnlichen Geschmack besitzen können, warum will er von Schwefelsalzen, die

doch ihrer Zusammensetzung nach den Sauerstoffsalzen näher stehen, als die Haloïdsalze, dieses nicht zugeben. Berzelius, der hier allzu gewissenhaft ist, nimmt es doch selbst nicht so genau; er rechnet Verbindungen, z. B. das flüssige Chlorantimon, zu den Haloïdsalzen, das doch weder seinem Gaschmack, noch seinen andern Eigenschaften nach, die geringste Aehnlichkeit mit dem Chlornatrium besitzt.

Wenn Berzelius ferner behauptet, alle Schwefelsalze müssen auf Zusatz von Säuren Schwefelwasserstoff entwickeln, so scheint er vergessen zu haben, dafs er einige Seiten weiter (S. 885 u. 888) zwei Schwefelsalze beschreibt, das Schwefelkohlenstoff-Schwefelammonium: $CS_2 + N_2H_8S$ und das Schwefelurēn-Schwefelammonium: $C_2N_2H_2S_2 + N_2H_8S$, bei denen er es doch ganz in der Ordnung findet, dafs sie bei Zusatz von Säuren kein Schwefelwasserstoff entwickeln, sondern die respectiven Säuren $CS_2 + H_2S$ und $C_2N_2H_2S_2 + H_2S$ bilden. Wenn aber diese Salze sich ohne Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzen können, warum soll diefs nicht auch bei dem Schwefelcyankalium: $C_2N_2S + KS$ stattfinden? Wie will man *a priori* behaupten, alle Schwefelsalze von der Formel: $RS + MS$ (wo R das Radical und M das Metall bezeichnet) müfsten Schwefelwasserstoff in Berührung mit Säuren entwickeln. Es kann eine Entwicklung von Schwefelwasserstoff stattfinden, aber auch nicht, je nachdem das Glied RS zum Schwefelwasserstoff Verwandtschaft hat, oder nicht. Es ist dasselbe, wie wenn Jemand behaupten wollte, alle Sauerstoffsäuren müfsten sich bei der Zersetzung ihrer Salze selbst mitten im Wasser wasserfrei abscheiden, weil einige, z. B. die arsenige Säure, die Chromsäure sich nicht mit Wasser verbinden.

Wenn Berzelius ferner behauptet, dafs alle Säuren von der Formel: $RS + H_2S$ beim Erkitzen *unbedingt* Schwefelwasserstoff abgeben müssen, so scheint

Berzelius nicht daran gedacht zu haben, dafs er das Mercaptan nach obiger Formel zusammengesetzt betrachtet, nämlich $=C_4 H_{10} S + H_2 S$, und doch zugiebt, dafs dasselbe unverändert destillirt.

Merkwürdigerweise nun wird sowohl die Schwefelblausäure als Ueberschwefelblausäure beim Erhitzen theilweise unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt.

Berzelius sagt ferner: »Man kann hinzufügen, dafs Schwefelcyansilber, Schwefelcyankupfer, Schwefelcyanblei durch Schwefelwasserstoff in Schwefelmetall und Schwefelblausäure zersetzt werden, was nicht geschehen könnte, wenn das Metall darin bereits mit Schwefel verbunden wäre, so wie auch, dafs Schwefelcyanmetalle, gleich andern Haloïdsalzen, durch Vereinigung mit dem Oxyd des in dem Salze enthaltenen Metalls basische Salze bilden.«

Was das erste betrifft, so kann ich mich kurz fassen; ich habe in meiner zweiten Abhandlung, die im Januarhefte von Poggendorff's Annalen, 1843, erschienen ist, bewiesen, dafs das Schwefelcyankupfer und Schwefelcyanblei durch Schwefelwasserstoffgas nicht zersetzt wird, wie es auch die Theorie verlangt. Berzelius scheint von dieser Abhandlung keine Notiz genommen zu haben; bekannt mufste ihm dieselbe gewesen seyn, indem das 7te Heft seiner Chemie erst Ende des Jahres 1843 erschien, und in demselben Thatsachen aufgenommen sind, die später als meine Abhandlung bekannt wurden.

Was ferner die Ansicht betrifft, dafs sich Schwefelsalze nicht mit Oxyden vereinigen könnten, und dafs daher die Schwefelcyanverbindungen, weil einige derselben mit Oxyden sich verbinden, zu den Haloïdsalzen gerechnet werden müfsten, so stützt sich diese Ansicht eben so wie die früheren *a priori* aufgestellten auf keine Thatsachen.

Man hat früher das gleiche Argument bei den Ha-

loïdsalzen vorgebracht, und behauptet, weil dieselben mit den Oxyden basische Salze liefern, müfsten sie Sauerstoffsalze seyn, man ist jetzt davon zurückgekommen; dasselbe wird auch hinsichtlich der Schwefelsalze der Fall werden, denn warum sollen diese nicht auch mit Oxyden u. s. w. sich vereinigen können, wie die Sauerstoffsalze und Haloïdsalze?

Nachdem ich nun gezeigt habe, dafs die von Berzelius vorgebrachten Einwürfe auch nicht einmal den ersten Angriff aushalten, dafs sie eher für, als gegen die von mir aufgestellte Theorie beweisen, so will ich jetzt noch einmal kurz auseinandersetzen, worauf die Theorie der Sulfosäuren basirt ist.

Die Theorie der Sulfosäuren stützt sich auf ein allgemeines Grundgesetz in der Chemie, das von Berzelius aufgestellt wurde; nämlich: dafs der Schwefel gegen positivere Körper dieselbe Rolle spielt, wie der Sauerstoff.

Wenn nun Berzelius zugiebt, dafs der Schwefel gegen das Arsenik z. B. sich eben so verhält wie der Sauerstoff, dafs das Schwefelarsenik: As_2S_3, ein Sulfid ist, wie das As_2O_3 eine Sauerstoffsäure und er das Kaliumsulfarsenit, nach der Formel As_2S_3+KS zusammengesetzt betrachtet, so mufs er auch logisch zugeben, dafs Schwefel und Sauerstoff sich gegen das Cyan, das positiver als diese ist, eben so verhalten; wenn ferner, nach ihm, das cyansaure Kali nach der Formel: C_2N_2O+KO zusammengesetzt ist, so mufs auch das Schwefelcyankalium nach der Formel: C_2N_2S+KS betrachtet werden, denn sonst müfste Berzelius zugeben, dafs sein Grundgesetz falsch sey.

Betrachtet man ferner die Bildung der Schwefelcyanverbindungen, z. B. des Schwefelcyankaliums, so sieht man, dafs dasselbe auf ähnliche Art entsteht, wie das cyansaure Kali. Wie sich Cyankalium, wenn es mit Sauerstoff in Berührung kommt, in cyansaures Kali verwandelt, so entsteht Schwefelcyankalium, wenn Cyan-

kalium mit Schwefel zusammenkommt. Wenn man nun behauptet, dafs das Kalium in dem cyansauren Kali nicht als solches, sondern als Kaliumoxyd enthalten sey, weil das Kalium eine stärkere Verwandtschaft zu dem negativen Sauerstoff hat, als das Cyan, so mufs man dasselbe auch für den Schwefel zugeben, besonders da wir wissen, dafs im Allgemeinen die Metalle zum Schwefel eine noch stärkere Verwandtschaft haben, als zum Sauerstoff, und immer eine Schwefelverbindung entsteht, wenn man eine Metallverbindung mit Schwefel oder einer Schwefelverbindung in Berührung bringt. Warum soll nun beim Cyankalium eine Ausnahme stattfinden?

Die Schwefelblausäure: $C_2N_2S + H_2S$ zeigt in ihrem Verhalten die gröfste Aehnlichkeit mit der Cyansäure: $C_2N_2O + H_2O$, und wandelt sich, wenn man dieselbe mit wasserhaltigen Säuren in Berührung bringt, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff in die Cyansäure um. Jeder, der mit der Schwefelblausäure gearbeitet hat, wird den durchdringenden Geruch der Cyansäure bei den Zersetzungen der Schwefelblausäure bemerkt haben. Es zersetzt sich hierbei 1 At. Schwefelblausäure mit 2 At. Wasser in 1 At. Cyansäure und 2 At. Schwefelwasserstoff; eigentlich blofs das Glied C_2N_2S mit 1 At. Wasser H_2O in C_2N_2O und H_2S. Die Cyansäure ihrerseits wird wieder durch die überschüssige Säure in Kohlensäure und Ammoniak zersetzt, während das Schwefelwasserstoff mit einem andern Theil der Schwefelblausäure sich in Schwefelkohlenstoff und Ammoniak zersetzt,

$$C_2N_2H_2S_2 + H_4S_2 = C_2S_4 + N_2H_6,$$

zum Theil aber auch in der Wärme frei wird, indem es dann wegen seiner Flüchtigkeit und viel geringerer Löslichkeit in Wasser bei erhöhter Temperatur nicht Zeit hat, auf die Schwefelblausäure zersetzend einzuwirken. Aus diesen Betrachtungen erklären sich leicht und einfach die Zersetzungen der Schwefelblausäure, besonders warum in der Wärme Schwefelwasserstoff auftritt.

Ge-

Gegen Säuren zeigt also die Schwefelblausäure das Verhalten der Schwefelverbindungen, und besonders der Schwefelwasserstoff - Schwefelverbindungen. Wie will man die Umwandlung derselben in Cyansäure erklären, wenn man die erstere nach der Formel: $C_2N_2S_2+H_2$, die letztere nach der Formel: $C_2N_2O+H_2O$ betrachtet?

Die Schwefelcyan- und Ueberschwefelcyanverbindungen zeigen ferner, wie ich in meiner ersten und zweiten Abhandlung bewiesen habe, ganz das Verhalten, das der Ansicht, dafs dieselben Schwefelsalze sind, entspricht. Wenn man die allgemeine Formel durch: C_2N_2S+MS ausdrückt, so kann durch Säuren nur dann eine Zersetzung stattfinden, wenn das Glied MS durch Säuren zersetzt wird, wie z. B. KS, dagegen nicht, wenn dasselbe PbS, AgS u. s. w. ist. Eben so kann nur dann eine Zersetzung durch Schwefelwasserstoff erfolgen, wenn das Glied MS eine schwächere Schwefelbase als H_2S ist; gleich wie Sauerstoffsalze durch Wasser zersetzt werden, wenn das Wasser eine stärkere Base, als das darin enthaltene Oxyd, ist, z. B. die Wismuthoxydsalze.

Ich habe ferner gezeigt, dafs sowohl durch Schwefelblausäure als Ueberschwefelblausäure sogar in sauren Metall-Lösungen Niederschläge entstehen, wenn dieselben auch durch Schwefelwasserstoff gefällt werden. Ueber dieses Verhalten läfst sich nach der Theorie der Wasserstoffsäuren gar kein genügender Aufschlufs geben.

Auch stimmt das Verhalten des Schwefelcyankaliums zu Chlor ganz mit der Ansicht überein, dafs das Schwefelcyankalium nach der Formel: C_2N_2S+KS zusammengesetzt (siehe meine erste Abhandlung); die hier auftretenden Zersetzungsproducte beweisen auf das Schlagendste, dafs dasselbe nicht nach der Formel: $C_2N_2S_2.K$ betrachtet werden kann.

Die beiden Säuren, die Schwefelblausäure und Ueberschwefelblausäure, die ich als verschiedene Schwefelverbindungen eines und desselben Radicals des Cyans betrachtet

habe, sind, nach Berzelius, Wasserstoffsäuren ganz verschiedener Radicale. In meiner dritten Abhandlung ist nun nachgewiesen, dafs die Zersetzungsproducte dieser beiden Säuren in höherer Temperatur identisch sind, dafs die Ueberschwefelblausäure unter Abscheidung von Schwefel in die Schwefelblausäure übergeht, gleich wie einige Sauerstoffverbindungen in höherer Temperatur in Sauerstoff und eine niedrige Verbindung desselben sich zersetzen.

Ich mufs hier bei der Ansicht von Berzelius über die organischen Radicale etwas mehr verweilen. Bekanntlich ist Berzelius ein Gegner der Wasserstoffsäuretheorie, was die Sauerstoff enthaltenden Säuren betrifft; er nimmt in diesen keine Radicale an, die Sauerstoff enthalten, indem er erklärt, ein so negativer Körper, wie der Sauerstoff, könne kein Bestandtheil eines Radicals seyn. Berzelius rechnet ferner den Schwefel mit dem Sauerstoff in eine Gruppe, stellt ihn in seinem elektrisch-chemischen Verhalten unmittelbar auf den Sauerstoff, und nimmt nun plötzlich Radicale an, die Schwefel enthalten. Welche Consequenz! Entweder gelten dieselben Grundgesetze in der organischen Chemie, wie in der unorganischen: dann sind Radicale, die Schwefel enthalten, nicht möglich, so fern man nicht auch Sauerstoff enthaltende zugiebt; oder man mufs andere Gesetze in der organischen Chemie als in der unorganischen aufstellen.

Doch man wird mich vielleicht einer absichtlichen Verdrehung der Wahrheit beschuldigen, man wird mir vielleicht sagen, ich schiebe Berzelius eine Ansicht unter, die derselbe gar nicht habe, denn in demselben Hefte (S. 888) beschreibt Berzelius die von Zeise entdeckte schwefelwasserstoffsaure Schwefelblausäure, und betrachtet dieselbe, indem er hier dem Schwefel die richtige Stelle anweist, nicht als eine Wasserstoffsäure, aber auch nicht als eine Sulfosäure, sondern als ein Doppelsulfid nach der Formel: $C_2N_2H_2S_2 + H_2S$. Da nun

jedes Sulfid sich mit Sulfureten zu Salzen vereinigen kann, so sollte man glauben, nach dieser Ansicht von Berzelius müſste der Körper sich mit 2 At. einer Schwefelbase verbinden, doch das ist nicht der Fall, sondern das eine Sulfid (H_2S) wird ersetzt durch ein Sulfuret, z. B. KS. Daraus hätte man logisch richtig schlieſsen sollen, das H_2S sey kein Sulfid, sondern ein Sulfuret, und obiger Körper sey kein Doppelsulfid, sondern eine Sulfosäure.

Den rothen Körper: $C_2N_2H_2S+H_2S$, der aus der Vereinigung von Cyan und Schwefelwasserstoff entsteht, und der, wie man aus der Formel sieht, sich von obigem nur durch 1 At. Schwefel unterscheidet, das er weniger als dieser enthält, und der, wie ich weiter unten zeigen werde, in seinem chemischen Verhalten ganz mit diesem übereinstimmt, betrachtet Berzelius als eine Wasserstoffsäure von der Formel: $C_2N_2H_2S_2+H_2$.

Was würde wohl Berzelius sagen, wenn Jemand die wasserhaltige Schwefelsäure: SO_3+H_2O, als eine Doppelsäure von wasserfreier Schwefelsäure und Wasser (letzteres als Säure) betrachten würde, und zu gleicher Zeit die wasserhaltige Unterschwefelsäure als eine Wasserstoffsäure nach der Formel: $S_2O_6.H_2$?

Man bleibe doch consequent, und betrachte entweder alle schwefelhaltigen Säuren als Sulfosäuren oder alle als Wasserstoffsäuren.

Es bleibt mir nur noch übrig nachzuweisen, daſs die aus der Vereinigung des Cyans mit Schwefelwasserstoff entstandenen Körper, mit der von Zeise entdeckten sogenannten Schwefelwasserstoff-Schwefelblausäure, so wie mit dem neuerlich von demselben entdeckten Zweifachschwefelwasserstoff-Schwefelcyan sowohl in ihrer Zusammensetzung als in ihren Eigenschaften die gröſste Aehnlichkeit besitzen. Die Zusammensetzung dieser vier Körper ist nämlich:

Gelbe Cyanverbindung $=2(C_2N_2H_2.S)+H_2S$
Rothe Cyanverbindung $= C_2N_2H_2.S+H_2S$

Schwefelwasserstoff-Schwefelblausäure $=C_2N_2H_2.S_2+H_2S$

Zweifachschwefelwasserstoff-Schwefelcyan $=C_2N_2H_2.S_3+H_2S$

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dafs diese vier Körper betrachtet werden können als verschiedene Schwefelverbindungen eines und desselben Radicals:

$$C_2N_2H_2,$$

das mit der Blausäure isomerisch ist, und für welches ich den von Berzelius vorgeschlagenen Namen Urēn annehme. In ihrem chemischen Verhalten stimmen sie alle darin überein, dafs sie mit einer starken Basis, z. B. concentrirtem Kali, Schwefelcyankalium und Schwefelkalium bilden; bei den beiden ersten Körpern entsteht aufser diesen noch Cyankalium, weil der Schwefel nicht hinreichend ist, alles Cyan in Schwefelcyankalium umzuwandeln. Ferner zeigen ihre metallischen Verbindungen, z. B. die Blei-, Silber-, Kupfersalze, alle denselben Charakter, sie zersetzen sich nämlich theils schon für sich, theils aber beim Erwärmen, in sich abscheidendes Schwefelmetall, während die negative Schwefelverbindung, da sie im unverbundenen Zustand so wenig bestehen kann, wie die meisten wasserfreien Sauerstoffsäuren, eine Umsetzung erleidet.

Diese Zersetzungen der Metallsalze, die ich zuerst bei der Bleiverbindung des rothen Körpers (Schwefelurēn-Schwefelwasserstoffsäure) bemerkte, führten mich zuerst auf die Idee, diese Körper als Sulfosäuren zu betrachten; aber merkwürdigerweise Berzelius auf die entgegengesetzte, nämlich diese Körper für Wasserstoffsäuren zu erklären. Derselbe sagt (Lehrbuch der Chemie, 5. Auflage, S. 812) mit andern Worten, dafs die Zersetzung des Schwefelurēn-Schwefelbleis in Schwefelblei, Cyan u. s. w. nicht stattfinden könne, wenn das ausgeschiedene Schwefelblei der Constitution des ursprünglichen Salzes angehörte u. s. w. Ich habe mich lange

bemüht aus den von Berzelius angeführten Gründen irgend einen Grund herauszufinden, warum eine solche Abscheidung von Schwefelblei gegen die Präexistenz desselben in der ursprünglichen Verbindung spreche, aber ich mufs gestehen, mit meinem schwachen Verstande habe ich noch keinen herausgefunden. Berzelius nimmt doch z. B. im Schwefelkohlenstoff-Schwefelblei: $CS_2 + PbS$, fertig gebildetes Schwefelblei an, und doch zersetzt sich diese Verbindung schon in niederer Temperatur in Schwefelblei.

Oder ist etwa die Entwicklung von Cyan bei der Zersetzung des Schwefelurēn-Schwefelbleis: $C_2N_2H_2S + PbS$, für Berzelius ein Stein des Anstofses? Diese Entwicklung von Cyan hat aber mit dem Abscheiden von Schwefelblei nicht das geringste gemein, sie rührt her von der Zersetzung des Gliedes: $C_2 N_2 H_2 S$ (Schwefelurēn), welches für sich nicht bestehen kann.

Die Ursache dieser Zersetzungen liegt in den geringen negativen Eigenschaften des Schwefelkohlenstoffs, Schwefelurēns, und den geringen positiven des Schwefelbleis, Schwefelsilber. Die beiden entgegengesetzten Schwefelverbindungen können sich zwar unter günstigen Umständen vereinigen, doch zerlegt sich die entstandene Verbindung, da die darin enthaltenen Glieder nur durch eine geringe anziehende Kraft zusammengehalten werden, schon durch die geringste bewegende Kraft. Daher bemerkt man auch, dafs besonders die Silberverbindungen sich sehr rasch zersetzen, weil, wie ich in meiner zweiten Abhandlung angeführt habe, das Schwefelsilber negativer als das Schwefelblei ist.

Da nun aus dem Vorhergehenden bewiesen ist, dafs diese schwefelhaltigen Körper Sulfosäuren sind, so ist dafür eine eigene Nomenclatur nöthig. Ich schlage für die Schwefelblausäure und die Ueberschwefelblausäure die Namen *Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure* und *Ueberschwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure* vor; so wie

für die Urēnverbindungen die Namen: *Schwefelurēn-Schwefelwasserstoffsäure*, *Zweifach-*, *Dreifachschwefelurēn-Schwefelwasserstoffsäure*. Die Namen sind zwar etwas lang, aber bezeichnend. Das Schwefelcyankalium erhält dann den Namen *Schwefelcyan-Schwefelkalium*. In meiner dritten Abhandlung schlug ich für die Schwefelblausäure den Namen sulfocyanige Säure vor; doch dieser Name ist für die Salze nicht zweckmäſsig.

Schlieſslich muſs ich noch Berzelius bitten, mir die Widerlegung seiner Einwürfe nicht übel zu nehmen. Ich bedaure um so mehr, daſs ich gezwungen war gegen Berzelius aufzutreten, als ich (ein Schüler von Wöhler) Berzelius für meinen zweiten Lehrer halte, und sonst ganz mit seinen Ansichten übereinstimme; auch bin ich noch jetzt der Meinung, daſs die Theorie der Sulfosäuren nur eine Folgerung der allgemeinen Ansichten von Berzelius ist. Ich glaube nun, daſs die Schüler, wenn sie die Ueberzeugung besitzen, ihr Meister habe Unrecht, das Recht, ja sogar die Pflicht haben, ihm die Wahrheit zu sagen.

VIII. *Ueber die Titansäure;* *von H. Rose.*

(Fortsetzung von Bd. LXI S. 507.)

II. Ueber die in der Natur vorkommenden titansäurehaltigen Mineralien.

1) Titaneisen.

Das Titaneisen, das so häufig in der Natur vorkommt, ist schon seit früheren Zeiten vielfältig untersucht worden, aber mit dem verschiedensten Erfolge. Die früheren Analysen von Klaproth, Cordier, Vauquelin und Anderen konnten wegen der fehlerhaften Scheidung der Titansäure von den Oxyden des Eisens nicht einmal annähernde Resultate geben; erst später fand man Trennungsmethoden, welche zuverlässiger sind.

Ich bediente mich bei der ersten Untersuchung des Titaneisens der Weinsteinsäure, welche zu der Auflösung des Minerals gesetzt wurde, wodurch nach Hinzufügung von Ammoniak Titansäure und die Oxyde des Eisens aufgelöst blieben, worauf letztere durch Schwefelammonium als Schwefeleisen gefällt wurden [1]). Bei einer späteren Untersuchung [2]) wandte ich, um die Mengen des darin enthaltenen Eisenoxyduls und des Eisenoxyds zu finden, zwei indirecte Methoden an. Ersteres bestimmte ich nach Zusatz von Natriumgoldauflösung zu der Auflösung des Minerals aus der Menge des erhaltenen metallischen Goldes; auf die Menge von letzterem schloſs ich aus der erhaltenen Menge von Schwefel nach Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. III S. 163.

2) Ebendaselbst, Bd. XV S. 276.

Mosander untersuchte kurze Zeit darauf[1]) drei Arten von Titaneisen, das vom Ilmensee in Sibirien, oder den sogenannten Ilmenit, das von Arendal und das von Egersund in Norwegen, welches letztere auch der Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen war. Er behandelte das Mineral mit Wasserstoffgas, und nahm an, dafs der Gewichtsverlust aus dem mit dem Eisen verbundenen Sauerstoff bestände. Aus der geglühten Masse, mit Chlorwasserstoffsäure erhitzt, löste er das Eisen mit Hinterlassung der Titansäure auf; aus der Auflösung, nachdem das Eisen in derselben vollständig oxydirt worden war, fällte er das Eisenoxyd durch Ammoniak, und durch Vergleichung der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs, mit der, die er durch den Gewichtsverlust bei der Behandlung mit Wasserstoffgas erhalten hatte, bestimmte er die relativen Mengen von Eisenoxydul und von Eisenoxyd.

v. Kobell[2]) fällte aus der Auflösung des Titaneisens in Chlorwasserstoffsäure das Eisenoxyd und die Titansäure gemeinschaftlich nach der Methode von Fuchs vermittelst kohlensaurer Kalkerde, löste beide in Chlorwasserstoffsäure auf, verwandelte vermittelst Schwefelwasserstoffs das Eisenoxyd in Oxydul, und trennte es dann von der Titansäure von Neuem durch kohlensaure Kalkerde. Das Eisenoxydul wurde darauf in Eisenoxyd verwandelt, und dieses durch Ammoniak gefällt. v. Kobell analysirte auf diese Weise, aufser dem Titaneisen von Egersund, das von Gastein, Aschaffenburg und aus der Schweitz.

Von den genannten Chemikern ist im Titaneisen die Gegenwart der Titansäure, des Eisenoxyds und des Eisenoxyduls angenommen worden. Allein, obgleich gegen die Methoden, welche dieselben bei ihren Untersu-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XIX S. 211.

2) Schweigger's Journal, LXIV S. 59.

chungen anwandten, sich nichts einwenden läfst, so haben doch die Analysen eines Titaneisens von demselben Fundorte den verschiedenen Chemikern sehr verschiedene Resultate gegeben. Mosander, v. Kobell und ich haben das Titaneisen von Egersund in Norwegen untersucht. Die Analysen der ersten beiden Chemiker stimmen unter einander ziemlich überein, weichen aber bedeutend von der meinigen ab.

Bei drei Analysen dieses Titaneisens erhielt Mosander folgende Resultate:

	I.	II.	III.
Titansäure	39,04	42,59	41,08
Eisenoxyd	29,16	23,21	25,95
Eisenoxydul	27,23	29,27	29,04
Manganoxydul	0,21		
Talkerde	2,30	1,22	1,94
Ceroxyd und Yttererde			0,58
Chromoxyd	0,12	0,33	
Kieselerde	0,31	1,65	0,07
	99,33	98,75	99,13.

Das Resultat einer Analyse von v. Kobell ist folgendes:

Titansäure	43,24
Eisenoxyd	28,66
Eisenoxydul	27,91
	99,81.

Dahingegen ergaben sich aus der Untersuchung desselben Titaneisens von mir folgende Verhältnisse:

Titansäure	43,73
Eisenoxyd	42,70
Eisenoxydul	13,57
	100,00.

Die Uebereinstimmung zwischen den Resultaten von

Mosander und v. Kobell scheint für die Richtigkeit derselben zu sprechen. Wenn man indessen der Beschreibung meiner Untersuchung einige Aufmerksamkeit schenkt, so mufs man sich überzeugen, dafs bei derselben kein wesentlicher Fehler vorgefallen seyn kann.

Was den Gehalt an Titansäure betrifft, so stimmt der von mir gefundene mit dem von v. Kobell angegebenen überein, und weicht auch nicht mehr von dem der Mosander'schen Analysen ab, als er in diesen selbst verschieden angegeben ist. Was aber den Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul betrifft, so hat es mit demselben eine eigene Bewandtnifs. Ich hatte nämlich bei meiner früheren Untersuchung so viel Eisenoxyd erhalten, dafs dasselbe 40,91 Proc. metallischen Eisens entspricht; bei meiner späteren Untersuchung bestimmte ich den Eisengehalt gar nicht direct, sondern auf eine indirecte, oben angeführte Weise den Gehalt an Oxyd und Oxydul. Berechnet man aber aus beiden den Gehalt von metallischem Eisen, so erhält man 40,09 Proc., was gewifs nahe übereinstimmt, wenn man bedenkt, wie unsicher oft indirecte Bestimmungen bei Analysen ausfallen.

Aber ein ganz ähnlicher Eisengehalt ergiebt sich aus den Analysen von v. Kobell und von Mosander. Die Menge des Eisens in der v. Kobell'schen Analyse ist 41,42 Proc., und die in den drei Analysen von Mosander 41,24; 39,09 und 40,40 Procent.

Diese Betrachtungen führten mich schon vor sehr langer Zeit zu der Vermuthung, dafs vielleicht im Titaneisen nicht die Bestandtheile enthalten sind, welche die Chemiker in demselben annehmen, und dafs bei den verschiedenen Untersuchungen verschiedene Producte erhalten werden, wenn man verschiedene Methoden dabei anwendet.

Mein Bruder hatte schon vor längerer Zeit die Bemerkung gemacht [1]), dafs der sogenannte Ilmenit oder

1) Poggendorff's Annalen, Bd. IX S. 286.

das Titaneisen vom Ilmengebirge oder vom Ilmensee in Sibirien die Krystallgestalt des Eisenglanzes hätte, und dafs dasselbe mit allen Arten des Titaneisens der Fall sey, die krystallisirt vorkommen. Er war der Ansicht, dafs diese Thatsache sich nach dem, was man über die Zusammensetzung dieser Substanzen wisse, nicht erklären liefse. Mosander gab zwar darüber eine Erklärung, die aber mehr scharfsinnig als wahrscheinlich ist, in sofern sie durch keine analoge Fälle gerechtfertigt wird. Er nahm an, dafs titansaures Eisenoxydul $\dot{\text{Fe}}\ddot{\text{Ti}}$ isomorph mit Eisenoxyd $\dddot{\text{Fe}}$ ist, indem in beiden Verbindungen gleich viele Atome von Sauerstoff und Metall enthalten wären, und Titan mit Eisen isomorph sey. Wir kennen indessen keinen Isomorphismus zwischen zwei Verbindungen, von denen die eine salzähnlich aus zwei oxydirten Körpern zusammengesetzt ist, die andere aber nur aus einem einfachen Oxyde besteht.

Nachdem Fuchs beim Zinne ein Oxyd entdeckt hatte, das dem Eisenoxyd analog zusammengesetzt ist, war es mir wahrscheinlich, dafs ein ähnliches auch beim Titan bestehe und in dem blauen Oxyde enthalten sey, das durch Reduction der Titansäure erhalten werden kann. Vor ganz kurzer Zeit hat Fuchs bei der Untersuchung des Titanits es wahrscheinlich gemacht, dafs in der That dieses Titanoxyd die Zusammensetzung 2Ti+3O habe.

Nimmt man ein solches Titanoxyd in den verschiedenen Arten des Titaneisens an, so ist die von meinem Bruder aufgefundene Thatsache des Isomorphismus desselben mit dem Eisenglanze nicht mehr auffallend und unerklärbar, wenn man dasselbe sich mit Eisenoxyd in verschiedenen Verhältnissen verbunden denkt; denn Titanoxyd und Eisenoxyd können, da sie analog zusammengesetzt sind, isomorph seyn. Man ist freilich dann gezwungen in allen Arten des Titaneisens nur die Ge-

genwart des Eisenoxyds, nicht die des Eisenoxyduls anzunehmen.

Ich habe vor sehr langer Zeit die Bemerkung gemacht, dafs das blaue Oxyd des Titans bei Gegenwart von starken Basen das Wasser zersetze, Wasserstoffgas entwickle und sich in Titansäure verwandle [1]). Wird es daher gemeinschaftlich mit Eisenoxyd in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und die Auflösung mit kohlensaurer Kalkerde versetzt, so kann das Eisenoxyd sich in Oxydul verwandeln, während Titansäure entsteht, auch ohne dafs Wasser dabei zersetzt wird. Daher fand v. Kobell, welcher, wie ich oben angeführt habe, auf diese Weise das Titaneisen analysirte, bei allen seinen Analysen Eisenoxydul, und zwar um so mehr davon, je gröfser der Gehalt der Titansäure war, den er erhielt. In einem Titaneisen aus der Schweitz, welches unter dem Namen Eisenrose bekannt und von v. Kobell Basanomelan genannt worden ist, in welchem er nur 12,67 Proc. Titansäure angiebt, fand er nur 4,84 Proc. Eisenoxydul und 82,49 Proc. Oxyd, und aus einer andern Abänderung, in welcher er 3,57 Proc. Titansäure fand, schied er nur 1,61 Proc. Mangan- und Eisenoxydul aus [2]).

Ich habe geschlämmten Iserin, Ilmenit und Titaneisen von Egersund in verschlossenen Gefäfsen in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und die Auflösung mit kohlensaurer Kalkerde versetzt. Ich erhielt dadurch zwar einen starken Niederschlag, der Eisenoxyd enthielt, aber die abfiltrirte Flüssigkeit gab eine starke Fällung von Berlinerblau durch Kaliumeisencyanidauflösung, und Ammoniak gab den bekannten blafsgrünlichen Niederschlag, wie in Eisenoxydulauflösungen.

1) Gilbert's Annalen, Bd. LXXIII S. 140.

2) Journal für practische Chemie, Bd. XIV S. 409. — In diesem Aufsatze erwähnt v. Kobell einer älteren Analyse des Titaneisens von Twedestrand in Norwegen von mir, das ich indessen nie untersucht habe.

Nimmt man im Titaneisen Titanoxyd an, und zieht bei den v. Kobell'schen Analysen von dem Sauerstoff, welcher in der angegebenen Titansäure enthalten ist, ein Viertel ab, so reicht derselbe in allen Fällen fast gerade aus, um die angegebene Menge des Eisenoxyduls in Eisenoxyd zu verwandeln.

Aber auch schon in der bloſsen Auflösung des Titaneisens in Chlorwasserstoffsäure muſs ein Theil wenigstens des angenommenen Titanoxyds durch das Eisenoxyd in Titansäure verwandelt worden seyn, und sich Eisenoxydul gebildet haben; denn sonst müſste die Farbe der Auflösung wohl mehr eine bläuliche seyn, obgleich es leicht möglich seyn kann, daſs bei Gegenwart von Eisenchlorid und Eisenchlorür die blaue Farbe des Titanoxyds oder vielmehr Titanchlorürs weniger zu erkennen ist.

Bei meiner Untersuchung des Titaneisens von Egersund verhält sich in der Auflösung desselben die Menge des Eisens im Eisenoxyd, welche nicht verändert worden ist, zu der, welche sich in Eisenoxydul verwandelt hat, wie 3 : 1. Dadurch konnte nur eine geringe Menge des Titanoxyds in Titansäure verwandelt worden seyn.

Bei den Untersuchungen von Mosander ist, wie bei denen von v. Kobell, das Titanoxyd gänzlich in Titansäure auf Kosten des Eisenoxyds übergegangen, wohl durch die hohe Temperatur, welche er anwandte, und ungeachtet des Wasserstoffgases, welches er über das Mineral leitete, das aber die einmal gebildete Titansäure nicht mehr in Titanoxyd, sondern nur die Oxyde des Eisens, das Oxyd und das gebildete Oxydul in Metall zurückzuführen vermag. Daher findet man auch bei allen Analysen des Titaneisens von Mosander, wie bei denen von v. Kobell, den Gehalt von Eisenoxydul um so gröſser, je mehr er Titansäure angiebt; am meisten im Ilmenit, weniger im Titaneisen von Egersund, und am wenigsten im Titaneisen von Arendal, und dieſs

zeigt sich auch bei einer Analyse eines Titaneisens von Uddewalla in Schweden, welches Plantamour nach der Methode von Mosander untersucht hat [1]).

Das Zinnsesquioxydul, 2Sn+3O, zeigt in manchen Fällen ein ähnliches Verhalten, wie das Titanoxyd im Titaneisen. Wird dasselbe in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und mit einer Auflösung von Kaliumeisencyanid versetzt, so bekommt man kein Berlinerblau. Setzt man indessen zu der Auflösung des Zinnsesquioxyduls in Chlorwasserstoffsäure eine Auflösung von Eisenchlorid, das ganz frei von jeder Spur von Oxydul oder vielmehr von Chlorür ist, so erhält man durch Kaliumeisencyanidauflösung sogleich einen starken Niederschlag von Berlinerblau. Es ist auffallend, dafs, da Zinnsesquioxydul durch Eisenoxyd und Zinnchlorür gebildet wird, in der Auflösung in Chlorwasserstoffsäure das Sesquioxydul vom Zinn noch ferner dem Eisenoxyd Sauerstoff entzieht und sich in Zinnchlorid verwandelt.

Das Titaneisen ist bald mehr, bald minder, bisweilen gar nicht magnetisch. Wenn man annehmen will, dafs in magnetischen Eisenerzen Eisenoxydul vorhanden seyn mufs, so könnte freilich die von mir aufgestellte Ansicht von der Zusammensetzung des Titaneisens nicht die richtige seyn. Aber nach Haüy zeigt überhaupt alles in der Natur vorkommende oxydirte Eisen mit Metallglanz Magnetismus. Mancher Eisenglanz, der kein Oxydul enthält, ist oft stark magnetisch; der Ilmenit hingegen, der, nach Mosander, von allen Arten des Titaneisens die gröfste Menge von Eisenoxydul enthält, ist nur sehr schwach magnetisch, während gerade die Arten des Titaneisens, in denen ein sehr geringer Gehalt von Eisenoxydul angegeben wird, stärker magnetisch sind, wie z. B. das Titaneisen von Aschaffenburg.

Für die Ansicht, Titanoxyd im Titaneisen anzunehmen, spricht die schwarze Farbe desselben. Wäre das-

1) Journal für practische Chemie, Bd. XXIV S. 302.

selbe ein titansaures Salz, so würde die Farbe desselben eine braune seyn, wie sie mancher Titanit besitzt, der titansaures Eisenoxydul enthält, während der eisenfreie Titanit weifs ist. Man kann in dieser Hinsicht das Titaneisen mit dem Wolfram vergleichen, in welchem Graf Schaffgotsch die Gegenwart des Wolframoxyds nachgewiesen hat, und das unstreitig demselben die schwarze Farbe verdankt, indem die in der Natur vorkommende wolframsaure Kalkerde ganz weifs ist.

Es ist schwer durch Versuche die Gegenwart des Titanoxyds und die Abwesenheit des Eisenoxyduls im Titaneisen bestimmt zu beweisen. Will man diefs auf die Weise entscheiden, dafs man das Titaneisen vollständig oxydirt, so würde diefs in sofern zu keinem Resultate führen, als die Menge von Sauerstoff, welche das Titanoxyd erfordert, um sich in Titansäure zu verwandeln, nicht sehr verschieden ist von der, welche das im Titaneisen angenommene Eisenoxydul gebraucht, um sich zu Oxyd zu oxydiren.

Leitet man trocknes Chlorgas über erhitztes Titaneisen, so verflüchtigt sich sehr viel Eisenchlorid, und Titansäure bleibt nebst unzersetztem Titaneisen zurück, ein Resultat, das freilich eben so gut erfolgen kann, wenn im Titaneisen Eisenoxydul und Titansäure, als wenn darin Eisenoxyd und Titanoxyd enthalten wären. — Aber dieser Versuch verdient in sofern überhaupt gar keine Berücksichtigung, als, wie ich später fand, reines Eisenoxyd sich durch trocknes Chlorgas bei erhöhter Temperatur in Eisenchlorid verwandelt; ein Erfolg, den ich nicht erwartet hatte.

Das Atomgewicht des Titanoxyds, $2Ti+3O$, ist nicht sehr verschieden von dem des Eisenoxyds; sie verhalten sich wie 907,372 : 978,426. Wir können nicht das specifische Gewicht des Titanoxyds bestimmen, aber wenn wir von den analysirten Arten des Titaneisens, in der Voraussetzung, dafs dieselben aus Titanoxyd und

Eisenoxyd in verschiedenen Verhältnissen bestehen, das Atomvolum bestimmen, so finden wir dasselbe nicht sehr verschieden von dem des Eisenoxyds, so dafs durch diese Thatsache diese Voraussetzung, so wie auch der Isomorphismus des Titanoxyds und des Eisenoxyds an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Mein Bruder hat in der Abhandlung, in welcher er zeigte, dafs Titaneisen und Eisenglanz isomorph wären, die specifischen Gewichte von mehreren Arten von Titaneisen und Eisenglanz angegeben. Vergleicht man dieselben mit der Zusammensetzung, so weit dieselbe bekannt ist, so sieht man, dafs das specifische Gewicht des Titaneisens um so gröfser ist, und sich dem des Eisen-

Fundort.	Chemische Formel.	Berechnete
Titaneisen von		
Gastein	$5\dddot{\mathrm{Ti}}+4\dddot{\mathrm{Fe}}$, v. Kobell	53,69 Titanoxyd
Iserwiese	$\dddot{\mathrm{Ti}}+\dddot{\mathrm{Fe}}$, meine Analyse	48,12 - -
Ilmensee	$4\dddot{\mathrm{Ti}}+5\dddot{\mathrm{Fe}}$, Mosander	42,59 - -
Iserwiese	$3\dddot{\mathrm{Ti}}+4\dddot{\mathrm{Fe}}$, meine Analyse	41,02 - -
Egersund	$2\dddot{\mathrm{Ti}}+3\dddot{\mathrm{Fe}}$, meine Analyse	38,25 - -
	Mosander	
	v. Kobell	
Arendal	$\dddot{\mathrm{Ti}}+3\dddot{\mathrm{Fe}}$, Mosander	23,62 - -
Spessart	$\dddot{\mathrm{Ti}}+6\dddot{\mathrm{Fe}}$, v. Kobell	13,39 - -
Eisenglanz von		
Elba	$\dddot{\mathrm{Fe}}$	
Gotthardt	$\dddot{\mathrm{Fe}}$	

glanzes nähert, als es mehr Eisenoxyd enthält. In der folgenden Tabelle habe ich von den verschiedenen Analysen von Titaneisen, von denen zugleich das specifische Gewicht bekannt ist, die chemischen Formeln in der Voraussetzung angegeben, dafs dasselbe nur Titanoxyd und Eisenoxyd enthalte; daneben ist das Atomgewicht, das specifische Gewicht und das Atomvolum bemerkt worden. Die Atomgewichte, welche sich unmittelbar aus den daneben stehenden Formeln ergeben, sind, um sie gleichförmig zu machen, durch die Zahl der Atome von Titan- und Eisenoxyd dividirt worden, welche die Formeln angeben.

Zusammensetzung.	Atomgewicht.	Specifisches Gewicht.	Atomvolum.
46,31 Eisenoxyd	938,951	4,661 v. Kobell	201
51,88 - -	942,899	4,681 G. Rose	201
57,41 - -	946,846	4,766 } G. Rose	199
		4,768 } G. Rose	198
		4,808 } G. Rose	197
58,98 - -	947,974	4,760 G. Rose	201
61,75 - -	950,004	4,787 Mosander	198
		4,739 } G. Rose	200
		4,750 } G. Rose	200
76,49 - -	960,662	4,745 } Mosander	202
		4,488 } Mosander	214
		4,931 G. Rose	195
86,61 - -	968,277	4,78 v. Kobell	203
	978,426	5,191 G. Rose	189
	978,426	5,214 G. Rose	188

Fundort.	Chemische Formel.	Berechnete
Eisenglanz von Kragerö in Norwegen	$\overset{\cdots}{\mathrm{Fe}}$	
Rotheisenstein	$\overset{\cdots}{\mathrm{Fe}}$	
Eisenoxyd (künstl. durch Salpetersäure dargestelltes)	$\overset{\cdots}{\mathrm{Fe}}$	
Chromoxyd (künstliches)	$\overset{\cdots}{\mathrm{Cr}}$	

Man sieht aus der letzten Spalte, dafs das Atomvolum bei allen untersuchten Arten des Titaneisens dasselbe ist. Nur eine Angabe des spec. Gewichts von Mosander, das Titaneisen von Arendal betreffend, weicht beträchtlich von allen übrigen ab, so dafs man auf die Vermuthung kommen mufs, dafs bei dieser vielleicht ein Fehler vorgefallen ist. Das Atomvolum der verschiedenen Arten des Eisenglanzes weicht zwar von dem der Titansäure ab, doch nicht so bedeutend, als diefs oft bei andern isomorphen Substanzen der Fall ist. Merkwürdig ist indessen die Thatsache, dafs die Atomenvolume des Eisenoxyds, welche sich aus dem specifischen Gewichte einiger Arten des Rotheisensteins und

Zusammensetzung.	Atomgewicht.	Specifisches Gewicht.	Atomvolum.
	978,426	5,230, G. Rose	187
	978,426	4,7 b. 4,9, Breithaupt	209 bis 200
	978,426	4,959, Herapath	197
	1003,638	5,21, Wöhler	199

aus dem künstlich dargestellten Eisenoxyde ergeben, mehr mit denen übereinstimmen, die dem Titaneisen und dem Chromoxyd zukommen, als die, welche aus dem Eisenglanze abgeleitet werden. — Das Atomvolum, des mit dem Titaneisen und dem Eisenglanze isomorphen Corunds und Saphirs habe ich nicht angeführt, weil es zu sehr von den angeführten abweicht; es beträgt nur 161, wenn man. nach Mohs, das specifische Gewicht des Saphirs zu 3,979 annimmt.

Der Isomorphismus des Titanoxyds mit dem Eisenoxyd erklärt leicht die Thatsache, dafs sehr häufig kleine Quantitäten von Titansäure im Eisenglanz, auch in dem krystallisirten, angetroffen werden.

IX. *Stickstoffoxydul in freier Luft im flüssigen und festen Zustande dargestellt; von Joh. Natterer,*

Studirender der Medicin.

Ohne die gefährliche und kostspielige Methode Thiloriers, die Kohlensäure in gröfserer Menge im flüssigen Zustande darzustellen, näher zu beschreiben, will ich ein Verfahren angeben, durch welches es mir gelang, auf eine einfache, ganz gefahrlose und äufserst billige Weise flüssige Kohlensäure darzustellen.

Ich bediente mich nämlich einer Compressionsmaschine, wie man sie zum Comprimiren der atmosphärischen Luft in den Windbüchsenflaschen anwendet. Ich bestimmte bevor die Anzahl Atmosphären, welche ein nach Art der Windbüchsenflaschen aus Schmiedeeisen angefertigter Recipient auszuhalten im Stande war, dadurch, dafs ich die Luft eines gefüllten Recipienten unter Wasser in ein Gefäfs ausströmen liefs. Es ergab sich, dafs das erhaltene Luftquantum bei der gewöhnlichen Spannung der Atmosphäre das 150fache des Volums des Recipienten betrug. Nach dem Mariotte'schen Gesetze hatte demnach der Recipient einem Drucke von 150 Atmosphären Widerstand zu leisten.

Da die Kohlensäure selbst bei 20° R. schon zwischen 50 und 60 Atmosphären flüssig wird, welchem Druck man dadurch, dafs man den Recipienten beim Comprimiren mit Eis umgiebt, auf 36 Atmosphären herabsetzen kann, so ist wohl jede Gefahr des Zerspringens beseitigt. Aus dem von Thilorier bei 10° R. auf 0,85 bestimmten specifischen Gewichte der flüssigen Kohlensäure ergiebt sich, dafs ungefähr 430 Raumtheile luftiger Kohlensäure einen Raumtheil flüssiger geben, wo-

nach man leicht die Menge des hineinzupumpenden Gases berechnen kann. Noch genauer und bequemer kann man dieses durch directe Wägung ausmitteln. Man bestimmt nämlich das Gewicht des leeren Recipienten und des Wassers, welches er zu fassen im Stande ist, und pumpt dann so viel Kohlensäure hinein, bis die Gewichtszunahme zwei Drittheile vom Gewichte des zur Füllung des Recipienten angewandten Wassers beträgt.

Die Kohlensäure kann bei diesem Verfahren aus jedem kohlensauren Salze bereitet werden, jedoch dürfte die Entwicklung aus einfach kohlensaurem Natron und Schwefelsäure, wenn auch nicht der Wohlfeilheit, doch der Bequemlichkeit wegen vorzuziehen seyn, da Kreide immer ein lästiges Aufschäumen verursacht.

Die Füllung eines Recipienten, welche genügt, um 4 bis 5 Kilogrm. Quecksilber zum Gefrieren zu bringen, kommt ungefähr auf $\frac{1}{2}$ Thaler zu stehen. Ich habe den Versuch schon über 50 Male wiederholt.

Nachdem mir die Darstellung der flüssigen und festen Kohlensäure auf diese gefahrlose Weise gelungen war, wurde in mir gleich der Gedanke rege auch andere Gasarten auf dieselbe Weise zu behandeln. Ich wählte zuerst das Stickstoffoxydul, welches bereits von Faraday in einer Glasröhre im tropfbaren Zustande dargestellt wurde.

Nachdem ich Stickstoffoxydul aus reinem salpetersauren Ammoniak bereitet und dasselbe bis zu einer Gewichtszunahme von 0,5 Kilogrm. verdichtet hatte, liefs ich die gebildete Flüssigkeit durch eine Oeffnung, von der Gröfse einer Stecknadel, in dasselbe Gefäfs ausströmen, welches man bei der Kohlensäure anwendet. Ich erhielt auf diese Weise eine verhältnifsmäfsig nur geringe Menge festen Stickstoffoxyduls, indem der gröfsere Theil mit Gewalt aus dem Gefäfse herausgetrieben wurde. Ich machte dabei die Bemerkung, dafs einige Tropfen, welche auf den Tisch fielen, die wallende Bewegung des

Siedens zeigten und dann erstarrten. Diefs leitete mich auf den Gedanken, dafs es möglich seyn müsse, das Stickstoffoxydul auch im flüssigen Zustande in freier Luft darzustellen, und erkannte aus späteren Versuchen, dafs dieser Agregationszustand von der Enge der Ausströmungsöffnung abhängt, und so gelang es mir bald eine bedeutende Menge tropfbaren Stickstoffoxyduls, etwa ein kleines Trinkglas voll, zu erhalten.

Die Flüssigkeit einmal gebildet, erhält sich bei weitem länger als die feste Kohlensäure, und bietet unstreitig die niedrigste Temperatur dar, welche man bis jetzt kennt. Ein in selbe getauchtes, zu diesem Zwecke eigens vorgerichtetes Thermometer sank auf 105° C. unter den Gefrierpunkt, welche Temperatur zugleich der Siedpunkt der Flüssigkeit seyn dürfte. Aus der Flüssigkeit herausgezogen sank es noch tiefer, nämlich bis 115° C., indem es sich mit einer Kruste von festem Stickstoffoxydul bedeckte; letztere Temperatur stellt demnach den Gefrierpunkt der Flüssigkeit dar. Die Flüssigkeit hat ein milchiges Ansehen. Ich halte dafür, dafs diefs von darin suspendirtem festen Stickstoffoxydul herrühre, welcher Umstand auch die Bestimmung des spec. Gewichtes unsicher machte. Es liegt nahe bei 1,15.

Auf ein freies Filter gegossen, erstarrt die Flüssigkeit zu einer weifsen, nicht porösen, festen Masse; ein Tropfen läuft ganz klar durch, erstarrt jedoch gleich, indem er eine Röhre bildet, welche sich immer verlängert. Die erstarrten Massen schmelzen jedoch nicht im Ganzen an der Luft, sondern jedes kleinste Theilchen geht gleich in den ausdehnsamen Zustand über.

Alkohol von 0,84 spec. Gew., in einem kleinen Gläschen, hineingehalten, wird ganz zähe, von 0,797 spec. Gew. bedeutend dickflüssig. Schwefelkohlenstoff und Phosphorchlorür behielten ihre Leichtflüssigkeit. Kalium wirkt darauf nicht ein und behält sogar seinen metallischen Glanz. Das Hineinbringen eines jeden Körpers be-

wirkt ein Zischen, wie beim Eintauchen eines glühenden Körpers in Wasser. Zum Flüssigwerden ist ein Druck von 50 Atmosphären erforderlich.

Eine interessante Erscheinung ist es, dafs feste Kohlensäure sich gegen einen glühenden Draht so verhält, wie Wasser im Platinlöffel bei dem bekannten Leidenfrost'schen Versuche; der Draht glüht nämlich noch in Berührung mit fester Kohlensäure durch einige Secunden fort und kühlt sich nur langsam ab.

Ich habe bereits auch Kohlenoxydgas einem Drucke von 150 Atmosphären ausgesetzt; es wurde jedoch noch nicht flüssig. Ich bin Willens die Comprimirung bis zu einem Drucke von 2000 Atmosphären fortzusetzen und mit allen Gasarten Versuche zu machen.

Um ein so interessantes und viel versprechendes Experiment für das wissenschaftliche Publicum schnell allgemein zu machen, ist es nothwendig gewesen, dem Apparate eine noch bequemere Einrichtung zu geben, als sie die gewöhnliche Pumpmaschine für Windbüchsen darbietet. Um daher den Freunden der Physik und Chemie die Auffindung aller Hindernisse und Ersinnung der vortheilhaftesten, bequemsten und sichersten Einrichtung des ganzen Apparats zu ersparen, ersuchte ich den rühmlichst bekannten Mechaniker Hrn. Eduard Kraft in Wien (Spitelberg No. 189, breite Gasse) die Construction der Compressionsmaschine, so wie aller zum Gelingen des Versuches erforderlichen Bestandtheile zu übernehmen. Der Preis eines vollständigen Apparates wird sich gegen 100 Fl. C. M. belaufen. Jeder Recipient wird auf einen Druck von 200 Atmosphären probirt seyn.

Wien, im April 1844.

X. *Ueber die Adler-Excremente;* *vom Dr. C. Voelckel in Solothurn.*

Diese Excremente von Adlern, die in Genf auf Kosten der Stadt gefüttert werden, erhielt ich von Hrn. Behrens in Lausanne; ich habe dieselben, da, so viel ich weifs, noch nichts darüber bekannt ist, untersucht, und im Allgemeinen dieselben Substanzen gefunden wie im Guano (siehe Annal. der Chemie und Pharm. Bd. XXXVII S. 285), mit Ausnahme von oxalsauren Salzen. Die Excremente waren, wie ich sie erhielt, trocken, von gelblichweifser Farbe, schwachem Geruch; mit Wasser übergossen löste sich davon eine geringe Menge auf; die Auflösung war neutral, bräunlich gefärbt, besafs einen schwachen Geschmack, und enthielt, aufser einer organischen nicht näher zu bestimmenden Substanz, als Basen: Ammoniak, so wie geringe Mengen von Kali und Natron, als Säuren: Salzsäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure.

Der in Wasser unlösliche Rückstand wurde mit Salzsäure behandelt, worin er sich zum Theil mit brauner Farbe auflöste; die Auflösung enthielt, aufser einer geringen Menge von einer organischen Substanz, Ammoniak (von zersetztem harnsauren Ammoniak herrührend), phosphorsauren Kalk, so wie geringe Mengen von phosphorsaurer Magnesia. Der in Salzsäure unlösliche Rückstand löste sich in kochendem verdünnten Kali mit dunkelbrauner Farbe vollständig auf; auf Zusatz von Salzsäure schied sich Harnsäure nur wenig gefärbt in grofser Menge ab. Diese Harnsäure an Ammoniak gebunden, macht den gröfsten Theil der Excremente aus; bei einer quantitativen Bestimmung wurden 45 Proc. Harnsäure erhalten.

XI. *Beiträge zur Mineralchemie;* *von C. Rammelsberg.*

Arsenikantimon.

Die Zusammensetzung dieses sonst auch wohl als »gediegen Antimon« in Sammlungen befindlichen Minerals von Allemont im Dauphiné ist bisher wenig bekannt gewesen, da die Untersuchung Thomson's, welcher 46,61 Antimon und 35,51 Arsenik gefunden haben will, einen Verlust von fast 15 Proc. ergiebt.

Ich untersuchte eine körnige Varietät von Allemont, deren spec. Gew. sich zu 6,203 ergab.

2,251 Grm. wurden in einem Strom von Wasserstoffgas so lange gelinde geglüht, als noch Arsenik sich sublimirte. Das rückständige Antimon wog 0,852. Danach ist die Zusammensetzung:

			Berechnet.
Antimon	37,85	1 At.	=36,38
Arsenik	62,15	3 -	=63,62
	100.		100.

Die Formel $= Sb As^3$ oder $\dot{S}b\dot{A}s^3$.

Baltimorit.

Unter diesem Namen hat Thomson ein Mineral von Baltimore beschrieben [1]), welches seinen äufseren Eigenschaften und seiner Zusammensetzung nach mit Kobell's *schillerndem Asbest* von Reichenstein, welchen Derselbe neuerlich *Chrysotil* nennt, ganz übereinstimmt.

1) *Phil. Mag.* 1843, *March. p.* 191.

	Kobell.	Thomson.		Sauerstoff.
Kieselsäure	43,50	40,95		21,27
Talkerde	40,00	34,70	13,43	15,72
Eisenoxydul	2,08	10,05	2,29	
Thonerde	0,40	1,50		
Wasser	13,80	12,60		11,2
	99,78.	90,80.		

In beiden Mineralien stehen die Sauerstoffmengen der Basen, der Kieselsäure und des Wassers in dem Verhältnifs von 4 : 6 : 3, dem die Formel

$$\left.\begin{matrix}\dot{M}g^3\\ \dot{F}e^3\end{matrix}\right\}\dddot{S}i^2+\dot{M}g\dot{H}^3$$

entspricht.

Der Name Baltimorit mufs also wegfallen.

Brochantit.

Für dieses Mineral hatte Magnus [1]) die Formel $\dot{C}u^3\dddot{S}+3\dot{H}$ aufgestellt, welche gleichwohl den Analysen nicht entspricht.

Zieht man nämlich die Beimengungen ab, so bleiben:

	1.	2.
Kupferoxyd	68,34	69,52
Schwefelsäure	18,69	18,10
Wasser	12,97	12,38
	100.	100.

Jene Formel erfordert dagegen:

3 At.	Kupferoxyd	63,94
1 -	Schwefelsäure	21,55
3 -	Wasser	14,51
		100.

Untersucht man die Sauerstoffmengen in beiden Ana-

1) Diese Annalen, Bd. XIV S. 141.

lysen, so stehen sie für die drei Bestandtheile in dem Verhältnifs = 4 : 3 : 3, so dafs der Brochantit den Ausdruck:

$$\dot{C}u^4\dddot{S}+3\dot{H} \text{ oder } \dot{C}u\dddot{S}+3\dot{C}u\dot{H}$$

erhält, wonach die berechnete Zusammensetzung ist:

4	At.	Kupferoxyd	70,28
1	-	Schwefelsäure	17,76
3	-	Wasser	11,96
			100.

In chemischer Beziehung ist mit dem Brochantit ein grünes Fossil von Krisuvig in Island identisch, welches Forchhammer *Krisuvigit* genannt hat, und worin er 67,75 Kupferoxyd, 18,88 Schwefelsäure, 12,81 Wasser und 0,56 Thonerde und Eisenoxyd fand [1]).

Nicht minder möchte das von Berthier untersuchte basische Kupfersulfat aus Mexiko hierher gehören, dem die Formel: $\dot{C}u^4\dddot{S}+4\dot{H}$ beigelegt worden ist.

Eisensinter.

Bei meiner letzten Anwesenheit in Gastein erhielt ich von Hrn. Bergverweser v. Helmreichen in Böckstein einen Grubensinter vom Sieglitzstollen im Radhausberge. Seine äufsere Beschaffenheit ist die des sogenannten Eisensinters oder Eisenpecherzes. Er bildet derbe Massen, deren Oberfläche nierenförmig gestaltet ist. Im Innern bestehen sie aus dünnen Schichten von abwechselnd grünlichgrauer, fettglänzender, ockergelber und dunkelbrauner Farbe. Das Mineral ist sichtlich nicht homogen; die vorwaltende ockergelbe erdige Masse ist viel weicher als die glänzenden grünlichen und braunen Parthieen.

Sein chemisches Verhalten ist das der Eisensinter.

1) Berzelius's Jahresbericht, XXIII, S. 264. Auch Journ. f. prakt. Chem. Bd. 30, S. 396.

Vor dem Löthrohr auf der Kohle entwickelt er Arsenikgeruch.

In Chlorwasserstoffsäure ist das Pulver leicht auflöslich zu einer gelben Flüssigkeit, welche neben Eisenoxyd kein Eisenoxydul enthält.

Mit Wasser digerirt, tritt er an dieses einen Theil Schwefelsäure ab.

Als Bestandtheile wies die qualitative Probe Eisenoxyd, Arseniksäure, Schwefelsäure und Wasser nach. Aber die relativen Mengen dieser Stoffe sind nicht an allen Stellen der Substanz gleich, wie schon ihr Ansehen vermuthen läfst. Zwei in meinem Laboratorio ausgeführte Analysen der ockergelben erdigen Hauptmasse gaben folgendes Resultat:

	1.	Sauerstoff.	2.	Sauerstoff.
Eisenoxyd	54,66	16,75	58,00	17,78
Arseniksäure	24,67	8,56	28,45	9,87
Schwefelsäure	5,20	3,11	4,36	2,61
Wasser (Verlust)	15,47	13,75	12,59	11,20
	100.		100.	

No. 1, worin ziemlich genau das Sauerstoffverhältnifs = 48 : 25 : 9 : 40 ist, giebt $3\dddot{S}$, $5\dot{\dot{A}}s$, $16\dddot{F}e$, $40\dot{H}$, woraus sich die Formel

$$3\dddot{F}e^2\dddot{S} + 5\dddot{F}e^2\dot{\dot{A}}s + 40\dot{H}$$

bilden läfst, worin jedoch das Wasser auf beide Salze vertheilt werden mufs. Sie erfordert:

Eisenoxyd	54,24
Arseniksäure	24,95
Schwefelsäure	5,21
Wasser	15,60
	100.

Die untersuchte Varietät enthält demnach dasselbe

Eisenarseniat, welches, der Untersuchung Kersten's zufolge [1]), zuweilen die weifsen Abänderungen ganz allein constituirt.

Die Analyse No. 2 zeigt einen gröfseren Gehalt dieses arseniksauren Salzes an, dessen Menge etwa 2 At. gegen 1 At. des basischen Sulfats beträgt.

Alle früher von Klaproth, Zellner, Stromeyer und Laugier untersuchten Abänderungen geben übrigens mehr Schwefelsäure und viel mehr Wasser an. Stromeyer's Analyse, welche wohl die zuverlässigste seyn möchte, liefert $4\dddot{F}e$, $2\ddot{\dot{A}}s$, $2\dddot{S}$, $30\dot{H}$, woraus man

$$(\dddot{F}e\dddot{S}^2 + 15\dot{H}) + (\dddot{F}e^3\ddot{\dot{A}}s^2 + 15\dot{H})$$

bilden kann, und wobei die Zusammensetzung folgende ist:

	Gefunden.	Berechnet.
Eisenoxyd	33,7377	35,21
Arseniksäure	26,0591	25,71
Schwefelsäure	10,0381	8,95
Wasser	29,2556	30,13
	99,0905	100.

Eine dem Eisensinter gleichfalls angehörige Substanz ist Breithaupt's *Diadochit*, in welchem anstatt der Arseniksäure Phosphorsäure enthalten ist. Plattner fand denselben bestehend aus:

Eisenoxyd	39,690
Phosphorsäure	14,811
Schwefelsäure	15,145
Wasser	30,354
	100. [2])

Es ist sehr interessant, zu sehen, wie der Diadochit, abgesehen von einer Differenz im Wassergehalt,

1) Schweigger's Journal, Bd. LIII S. 176.

2) Erstes Supplement zu meinem Handwörterbuch des chem. Theils der Mineralogie, S. 45.

ganz die zuletzt angeführte Formel des Eisensinters liefert, indem er nur von dem basischen Sulfat doppelt so viel als jener enthält. Die Analyse zeigt nämlich, dafs $5\dddot{Fe}$, $2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, $4\dddot{S}$ und $36\dot{H}$ zugegen sind, welche zu den Ausdruck

$$2(\dddot{Fe}\dddot{S}^2 + 12\dot{H}) + (\dddot{Fe}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2 + 12\dot{H})$$

führen, und wonach die berechnete Zusammensetzung ist:

Eisenoxyd	38,43
Phosphorsäure	14,02
Schwefelsäure	15,74
Wasser	31,81
	100.

Ich habe mich durch eigene Versuche überzeugt, dafs kochendes Wasser dem Minerale 12,6 Proc. Schwefelsäure entzieht. In dem Rückstande fanden sich noch 2,3, zusammen also 14,9 Schwefelsäure. Diefs Verhalten ist ganz entsprechend dem der künstlich dargestellten basischen Eisenoxydsulfate; das Wasser nimmt $\frac{5}{6}$ der Säure hinweg, oder verwandelt $3\dddot{Fe}\dddot{S}^2$ in $\dddot{Fe}^3\dddot{S}$ und $5\dddot{S}$.

Hornblende.

Gleich dem Feldspath und dem Augit findet sich auch die Hornblende zuweilen in einem eigenthümlichen zersetzten Zustande. So theilte mir Hr. Bergrath Haidinger einen ziemlich grofsen Krystall von der Form der Hornblende, vom Wolfsberge bei Cernosin im Pilsener Kreise (Böhmen) mit, dessen Aufsenseite theils matt und grau, theils glänzend und rothbraun erscheint. Das Innere zeigt keine Spur von den Spaltungsflächen der frischen Hornblende, aber es hat gleichsam ein porphyrartiges Ansehen, indem hellgelbe und braune Parthien abwechseln. Hie und da bemerkt man einige kleine schwarze Theilchen, deren Glanz sie von der thonigen Hauptmasse leicht unterscheidet, welche im Bruch ein mattes und erdiges Ansehen besitzt.

Im Ganzen hat diese verwitterte Hornblende viel Aehnlichkeit mit den zersetzten Feldspathkrystallen, welche Crasso untersucht hat [1]).

Das specifische Gewicht der Substanz fand ich =2,94, also geringer als das der frischen Hornblende, welches stets gröfser als 3 ist.

Beim Erhitzen giebt sie Wasser. Mit einer Säure übergossen entwickelt sie keine Kohlensäure; durch Digestion mit mäfsig concentrirter Chlorwasserstoffsäure wird aber ein Theil unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt, und durch Kochen des Ungelösten mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron kann man leicht die Kieselsäure von dem durch die Säure nicht angegriffenen Theil abscheiden.

Auf diesem Wege wurde die Substanz von Hrn. Maddrell in meinem Laboratorio analysirt.

Dabei betrug:

der zersetzte Theil	41,25	Proc.
der unzersetzte -	58,75	-
	100.	

Durch Glühen ergab sich der Wassergehalt zu 3,44 Proc.

Die Bestandtheile des *zersetzten* Antheils, zu denen das Wasser ganz und gar hinzugerechnet wurde, waren folgende:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	37,03		19,22
Eisenoxyd	25,59	7,84	15,54
Thonerde	16,50	7,70	
Kalkerde	8,15	2,29	3,72
Talkerde	3,70	1,43	
Wasser	8,35		7,42
	99,32.		

Der *unzersetzte* Theil, durch Glühen mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, lieferte:

1) Diese Annalen, Bd. XXXXIX S. 381.

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	48,94		25,43
Eisenoxyd	25,54	7,83	13,79
Thonerde	12,76	5,96	
Kalkerde	11,39	3,20	3,73
Talkerde	1,37	0,53	
	100.		

Wiewohl es nun sehr unwahrscheinlich ist, dafs dieses Zersetzungsresiduum bestimmte Verbindungen einschliefse, so ist es doch nicht unnütz, die am nächsten liegenden Verhältnisse des Vergleichs wegen aufzusuchen.

So zeigt der durch die Säure *zersetzte* Antheil ein Sauerstoffverhältnifs von $\dot{R} : \dot{\bar{H}} : \dddot{\bar{R}} : \dddot{Si}$ annähernd $= 1 : 2 : 4 : 5$, welches sich durch die Formel

$$\dot{R}^3 \dddot{Si} + 4 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si} + 6 \dot{\bar{H}}$$

ausdrücken läfst.

In dem *unzersetzten* Antheil dagegen nähern sich die Sauerstoffmengen von $\dot{R}$, $\dddot{\bar{R}}$ und $\dddot{Si}$ dem Verhältnifs von $1 : 4 : 7 = 3\dot{R}\dddot{Si} + 4\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$.

Als Ganzes würde nun die verwitterte Hornblende enthalten:

Kieselsäure	44,03
Eisenoxyd	25,55
Thonerde	14,31
Kalkerde	10,08
Talkerde	2,33
Wasser	3,44
	99,74.

Ein Vergleich mit der Zusammensetzung der frischen Hornblende läfst die Veränderungen erkennen, welche das Mineral erfahren hat. Dazu möge Struve's Analyse [1]) der Hornblende von Bilin in Böhmen, also von ei-

1) Diese Annalen, Bd. VII S. 350.

einer ganz in der Nähe unter ähnlichen Verhältnissen vorkommenden Varietät, dienen, vor allem aber die einer gleichfalls von dem Fundorte der verwitterten Varietät, vom Wolfsberge, herstammenden, frischen krystallisirten Varietät, welche ich gleichfalls Hrn. Haidinger's Güte verdanke, und deren Untersuchung in meinem Laboratorio von Hrn. Göschen ausgeführt wurde.

	Struve.		Göschen.
Kieselsäure	40,08		40,27
Eisenoxyd	13,69		15,34
Thonerde	17,59		16,36
Kalkerde	11,01		13,80
Talkerde	13,50		13,38
Kali	1,89	Wasser	0,46
Natron	0,96		99,61.
Flufssäure	1,10		
Wasser	0,18		
	100.		

Bekanntlich nimmt man das Eisen allgemein als Oxydul in der Hornblende an.

Bei dem Verwitterungsprocefs ist folglich Kalkerde, besonders aber Talkerde, ausgelaugt worden, während Wasser hinzutrat und das Eisenoxydul sich höher oxydirte. Die Extraktion jener Erden ist aber hier, wie man leicht sieht, bei weitem nicht so vollständig erfolgt, wie ich es früher von den verwitterten Augitkrystallen von Bilin nachgewiesen habe [1]).

Vergl. Blum, die Pseudomorphosen des Mineralreichs, S. 58.

Kieselmangan.

Von Hrn. Prof. Breithaupt erhielt ich unter den Namen *Thephroït* ein Fossil aus New-Yersey, von welchem die Untersuchung lehrte, dafs es mit Thomson's

1) Diese Annalen, Bd. XXXXIX S. 387.

anhydrous silicate of manganese von Franklin identisch sey. Es gelatinirt mit Chlorwasserstoffsäure, ohne Chlor zu entwickeln. Die Analysen gaben:

	R.	Thomson.
Kieselsäure	28,66	29,64
Manganoxydul	68,88	66,60
Eisenoxydul	2,92	0,92
Kalk- und Talkerde	Spuren	Wasser 2,70
	100,46	99,86.

Die Verbindung $\dot{Mn}^3 \dddot{Si}$ mufs aus 30,15 Kieselsäure und 69,85 Manganoxydul bestehen.

Die bei Elbingerode am Harz vorkommenden Mangansilicate, welche von Jasche, Germar u. A. als Hornmangan, Allagit, Photizit, Rhodonit und Hydropit unterschieden worden, haben sich bei den Untersuchungen von Du Menil und Brandes meistentheils als Gemenge von Manganspath und zweidrittel-kieselsaurem Manganoxydul erwiesen; einige, z. B. der sogenannte grüne Allagit, welcher seine Farbe an der Luft bald in braun verwandelt, scheint darauf hinzudeuten, dafs sie mit freiem Manganoxydul innig gemengt seyen, und die Analysen gaben in der That einen ansehnlichen Ueberschufs von letzterem an. Rein ausgeschieden hat es sich indessen noch niemals gefunden. Nur wenig Varietäten sind frei von kohlensaurem Manganoxydul; so z. B. ein von Du Menil untersuchter Photizit, welcher 71 $\dddot{Si}$ und 26,34 $\dot{Mn}$ enthalten soll, was sehr nahe $\dot{Mn}\dddot{Si}^2$ ist.

Ferner der von Demselben und von Brandes mit gleichen Resultaten untersuchte Hydropit, dessen Zusammensetzung $=$53,51 — 54,37 $\dddot{Si}$, und 41,33 — 41,25 $\dot{Mn}$ ist, und welcher $= \dot{Mn}\dddot{Si}$ seyn würde.

Den gelbbraunen Photizit hat kürzlich Hr. Simpson in meinem Laboratorio bestehend gefunden aus:

Kieselsäure	75,74
Manganoxydul	12,84
Kalkerde	1,46
Eisenoxydul	1,44
Talkerde	1,50
Wasser	8,69
	101,67

Kohlensäure enthält er nicht. Die Sauerstoffmengen von $\dot{R}$, $\dddot{Si}$ und $\dot{H}$ stehen nahezu in dem Verhältnifs von 1 : 9 : 2, so dafs er durch $\dot{Mn}\dddot{Si}^3 + 2\dot{H}$ bezeichnet werden kann.

Es scheint indessen nicht, als ob wirklich $\dot{Mn}\dddot{Si}$, $\dot{Mn}\dddot{Si}^2$ und $\dot{Mn}\dddot{Si}^3$ in diesen Mineralien vorkommen, sondern dafs dieselben Gemenge von $\dot{Mn}^3\dddot{Si}^2$ mit Quarzmasse bilden, deren Mengenverhältnisse sehr verschiedenartig seyn können.

Leonhardit.

Dieser von Blum zuerst vom Laumontit unterschiedene Zeolith ist von Delffs chemisch untersucht worden [1]). Derselbe hat nach seiner Analyse des bei 100° *getrockneten* Fossils die Formel $3\dot{Ca}\dddot{Si} + 4\ddot{Al}\dddot{Si}^2 + 12\dot{H}$ aufgestellt, welche 11,3 Proc. Wasser erfördert, während der Versuch 11,64 Proc. ergeben hatte. Dagegen verlor das *lufttrockne* Mineral 13,54 — 13,80 Proc. Wasser beim Glühen. Da nun, wie Blum bemerkt, der Leonhardit mit dem Laumontit die Eigenschaft theilt, an der Luft leicht zu verwittern, so mufs die Analyse, betreffend den Wassergehalt, wohl auf das lufttrockne Mineral bezogen werden, und man erhält alsdann mit Zugrundlegung der von Delffs gefundenen Zahlen:

1) Diese Annalen, Bd. LIX S. 336, 339.

		Sauerstoff.
Kieselsäure	54,92	28,53
Thonerde	22,49	10,50
Kalkerde	9,05	2,54
Wasser	13,54	12,04
	100.	

wonach der Wassergehalt 15 At. beträgt, von denen $\frac{1}{5}$ =3 At. bei 100° verloren geht.

Vergleicht man die Formeln des Leonhardits und des ihm so nahe stehenden Laumontits, indem man für letzteren den auch durch die letzten Analysen von Delffs und Babo (a. a. O. S. 341) bestätigten Ausdruck $\dot{C}a^3\dddot{S}i^2 + 3\dddot{A}l\dddot{S}i^2 + 12\dot{H}$ annimmt, so hat man:

$$\text{Leonhardit} = 3\dot{C}a\,\dddot{S}i + 4\dddot{A}l\dddot{S}i^2 + 15\dot{H}$$

$$\text{Laumontit} = \dot{C}a^3\dddot{S}i^2 + 3\dddot{A}l\dddot{S}i^2 + 12\dot{H},$$

so dafs man sagen könnte, der erstere sey Laumontit, $+(\dddot{A}l\dddot{S}i^3 + 3\dot{H})$, welche Verbindung bekanntlich als Cimolit vorkommt.

Nephrit.

Durch eine Mittheilung von Hrn. Prof. Breithaupt wurde ich in den Stand gesetzt, ächten Nephrit (aus der Türkei) einer Analyse zu unterwerfen, welche folgende Bestandtheile ergab:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	54,68		28,41
Talkerde	26,01	10,06	15,37
Kalkerde	16,06	4,51	
Eisenoxydul	2,15	0,49	
Manganoxydul	1,39	0,31	
Glühverlust	0,68		
	100,97.		

Hieraus folgt, dafs der von Kastner früher untersuchte Nephrit, welcher 10 Proc. Thonerde enthalten soll, eine ganz andere Substanz gewesen seyn müsse.

Vielleicht ist es nicht ganz angemessen, für eine solche nicht krystallisirte Substanz einen bestimmten chemischen Ausdruck zu suchen; auch zeigt die Analyse, dafs für ein Zweidrittelsilicat etwas zu wenig Kieselsäure vorhanden ist.

Qualitativ eben so zusammengesetzt erwiesen sich zwei verarbeitete Nephrite, welche Schaffhäutl kürzlich untersucht hat [1]):

	Amulet.	Ringstein.
Kieselsäure	58,910	58,880
Talkerde	22,424	22,387
Kalkerde	12,280	12,151
Eisenoxyd	2,699	2,811
Manganoxyd	0,911	0,828
Thonerde	1,322	1,564
Kali	0,799	0,800
Wasser	0,253	0,268
	99,598	99,689.

Phakolith.

Dieser Zeolith von Böhmisch-Leipa, den man bisher meistentheils dem Chabasit anzureihen pflegte, ist kürzlich sowohl von Anderson [2]) als von mir untersucht worden, und zwar mit etwas abweichenden Resultaten:

	Anderson.	R.	
		a.	b.
Kieselsäure	45,628	46,20	46,46
Thonerde	19,480	22,30 (Thonerde + Eisenoxyd)	21,45
Eisenoxyd	0,431		
Kalkerde	13,304	10,34	10,45
Talkerde	0,143	0,34	—
Natron	1,684	1,77 (Natron + Kali)	0,95
Kali	1,314		1,29
Wasser	17,976	19,05	19,40
	99,960	100.	100.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XXXXVI S. 338.

2) Berzelius Jahresbericht, 22, S. 206.

Die Thonerde enthielt bei meinen Versuchen nur Spuren von Eisen, und das Wasser wurde aus dem Verlust berechnet.

Bei Anderson steht der Sauerstoff von $\dot{R}$, $\dddot{R}$, $\dddot{Si}$ und $\dot{H}$ in dem Verhältnifs von 1 : 2 : 5 : 3 (oder eigentlich = 4,44 : 9,22 : 23,71 : 15,98), und danach hat er die Formel

$$3\left.\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Na}\\ \dot{K}\end{matrix}\right\}\dddot{Si}+2\dddot{Al}\dddot{Si}+9\dot{H}$$

vorgeschlagen.

Allein die Analyse stimmt hiermit doch nicht ganz überein, indem z. B. der Wassergehalt nach ihr zwischen 10 und 11 At. fallen würde.

In meinen Analysen, welche sich insbesondere durch einen geringeren Kalkgehalt von jener unterscheiden, ist das angeführte Sauerstoffverhältnifs = 2 : 6 : 15 : 10, woraus man die Formel

$$2\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3+10\dot{H}$$

abstrahiren kann, Stellt man sich dieselbe aus

$$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}^2+6\dot{H}$$
$$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{Al}\dddot{Si}\ \ +4\dot{H}$$

zusammengesetzt vor, so enthielte der Phakolith die Elemente des Chabasits von Gustavsberg (Parsborough) und eines Skolecits, der 1 At. Wasser mehr enthält als der gewöhnliche.

Bemerkenswerth ist es, dafs meine Analysen des Phakoliths mit derjenigen fast ganz übereinstimmen, welche Connel von dem sogenannten *Lewyn* bekannt gemacht hat. Sollte dieser doch von dem Chabasit verschieden und mit dem Phakolith identisch seyn?

Pharmakolith.

Die bisher für den Pharmakolith geltende Formel $\dot{Ca}^2\dddot{As}+6\dot{H}$ gründete sich auf Analysen von Klaproth,

John und Turner, aber obwohl sie hinreichend wahrscheinlich erschien, so liefsen die Versuche, auf welche sie sich stützte, noch manches zu wünschen übrig [1]).

Ich habe deshalb neuerlich die Varietät von Glücksbrunn im Thüringer Walde analysirt, und dabei erhalten:

Arseniksäure	51,58
Kalkerde	23,59
Kobalt- und Eisenoxyd	1,43
Wasser (Verlust)	23,40
	100.

Klaproth's Analyse stimmt hiermit, trotz der in mancher Hinsicht mangelhaften analytischen Methode, am nächsten überein, und die bisherige Formel des Minerals darf nun wohl als sicher begründet angesehen werden.

Phonolith.

Der bekannte Klingstein vom Teplitzer Schlofsberge ist von Hrn. Prettner aus Klagenfurt in meinem Laboratorio untersucht worden.

Diese Varietät zerfällt durch Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure in 29,41 Proc. zersetzbaren und 70,59 Proc. unzersetzbaren (Feldspath-) Bestandtheil.

Die Zusammensetzung beider ist folgende:

	Zeolithischer Theil.	Feldspath.
Kieselsäure	42,22	60,87
Thonerde	26,66	15,22
Eisenoxyd	9,30	3,80
Kalkerde	4,01	2,31
Kali und Natron	7,40	17,80
Wasser	9,33	100.
	100.	

1) Vergl. mein Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie, II, S. 49.

Nach Struve enthält diese Varietät 13,8 Natron gegen 4,9 Kali, die hier nicht getrennt wurden.

Eine ganz weiſse verwitterte Phonolithabänderung, gleichfalls aus dem böhmischen Mittelgebirge, hat Hr. Schmorl einigen Versuchen unterworfen, aus denen sich ergiebt, daſs sie nur 3,13 Proc. zersetzbarer Silicate, 0,26 Eisenoxyd und 96,61 Feldspath enthält, also fast in dem Verhältniſs, wie es C. Gmelin in dem verwitterten Phonolith von Abtsrode gefunden hat.

Der zersetzbare Antheil besteht in der böhmischen Varietät aus Kieselsäure, Thonerde, Natron und Wasser, und der Feldspath enthält 6,4 Kali gegen 3,3 Natron.

Steinmark.

Ich habe kürzlich das grüne Steinmark von Zorge am Harze untersucht, dessen spec. Gewicht =3,086 ist.

	a.	*b.*
Kieselsäure	49,75	50,60
Thonerde	29,88	
Eisenoxyd	6,61	
Kalkerde	0,43	
Talkerde	1,47	
Kali	6,35	
Wasser	5,48	5,22
	99,97.	

In *a* wurde das Mineral durch Glühen mit kohlensaurem Baryt aufgeschlossen.

Eine feste Verbindung ist das Steinmark gewiſs nicht, wiewohl die vorstehende Analyse annähernd

$$\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{Al}^3 \dddot{Si}^4 + 9 \dot{H}$$

giebt.

Eine andere Varietät vom Harz, nämlich das phosphorescirende Steinmark vom tiefen Georgstollen bei Clausthal, ist früher schon von Dumenil untersucht worden [1]),

1) Chemische Analysen unorganischer Körper. 1. Bändchen. Schmalkalden 1823. S. 35.

der darin 43 Kieselsäure, 40,25 Thonerde, 0,48 Eisenoxyd, 0,47 Kalkerde und 15,5 Wasser angiebt, also eine von der obigen ganz verschiedene Zusammensetzung.

Topas.

Forchhammer hat vor Kurzem eine chemische Untersuchung des Topases und Pyknits bekannt gemacht, deren Resultate in Betreff des ersteren von den bereits vor fast 30 Jahren von Berzelius erhaltenen etwas abweichen, in sofern sie ungefähr 2 Proc. Thonerde weniger, dagegen etwa 3 Proc. mehr Fluor ergeben [1]).

Forchhammer, welcher bemerkt, dafs diese Mineralien nicht durch Glühen mit kohlensaurem Alkali allein, sondern nur auf Zusatz von Kieselsäure (also durch die von Berzelius zuerst zur Analyse der phosphorsauren Thonerde vorgeschlagene Methode) vollständig aufgeschlossen werden, bestimmte den Fluorgehalt aufserdem durch Glühen des Minerals in einer zum Schmelzen des Eisens hinreichenden Temperatur, wobei aus dem Gewichtsverlust, durch den weggegangenen Fluorkiesel veranlafst, der Fluorgehalt sich berechnen liefs.

Des Vergleiches wegen mag hier eine Zusammenstellung der älteren und neueren Versuche folgen, in welcher bei den Analysen Forchhammer's der Fluorgehalt *a* durch Glühen erhalten, andeutet.

I. Topas.

	Kieselsäure.	Thonerde.	Fluor.		Summe.
Sachsen *B*	34,24	57,45	14,24		105,93
Brasilien *B*	34,01	58,38	14,29		106,68
dito *F*	nicht bestimmt	54,88	17,33	*a* (16,50)	
Connecticut *F*	35,39	55,96	17,35	*a* (16,85)	108,70
Finbo (Pyrophysalith) *B*	34,36	57,74	14,26		106,36
dito *F*	35,66	55,16	17,79	*a* (17,84)	108,61

1) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXIX S. 194, Bd. XXX, S. 400.

Aus **Forchhammer's** Analysen ergiebt sich das Atom-(Aequivalent-)verhältnifs von Kieselsäure, Thonerde und Fluor $=5:7:6$, während **Berzelius** früher das von $3:5:3$, und **Mosander** in Folge einer corrigirten Berechnung das von $6:9:6$ angenommen hatten.

Allgemein hat man bisher die Vorstellung gehabt, im Topas sey (basisches) Fluoraluminium in Verbindung mit einem Thonerdesilicat enthalten. Demgemäfs hatte **Berzelius** aus seinen Analysen die Formel:

$$(\dddot{\mathrm{Al}}+\mathrm{AlFl}^3)+3\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}$$

abgeleitet, welche **Mosander** in:

$$(\dddot{\mathrm{Al}}+2\mathrm{AlFl}^3)+6\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}$$

umgewandelt hat. **Forchhammer** giebt nun, derselben Vorstellung gemäfs, den Ausdruck:

$$2\mathrm{AlFl}^3+5\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}},$$

welcher an und für sich gar nicht unwahrscheinlich ist. Allein er stellt gleichzeitig die Alternative auf, dafs das Fluor nur mit Kiesel in Verbindung, und der Topas aus Fluorkiesel und einem Thonerdesilicat zusammengesetzt sey, nämlich:

$$2\mathrm{SiFl}^3+\dddot{\mathrm{Al}}^7\dddot{\mathrm{Si}}^3,$$

wonach das Verhalten in der Glühhitze ganz einfach erklärt würde. Allein zwei Umstände scheinen dieser Annahme entgegenzustehen, nämlich der, dafs es sehr unwahrscheinlich ist, dafs Fluorkiesel überhaupt sich mit einem Sauerstoffsalze verbinden sollte, wobei der Kiesel theils elektropositiv, theils elektronegativ wäre, denn diefs würde keinesweges den sonst wohl vorkommenden Verbindungen von Haloïd- und Sauerstoffsalzen entsprechen; ferner aber das supponirte Silicat selbst mit dem Sauerstoffverhältnifs von $7:3$, welches nur in $2\dddot{\mathrm{Al}}^3\dddot{\mathrm{Si}}+\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}$ oder in $2\dddot{\mathrm{Al}}^2\dddot{\mathrm{Si}}+\dddot{\mathrm{Al}}^3\dddot{\mathrm{Si}}$ aufgelöst werden könnte.

Es giebt noch eine andere Betrachtungsweise für die Constitution des Topases, welche bisher noch nicht geltend gemacht worden ist. Beruht sie gleich nur auf

einer Hypothese, so gilt diefs doch in gleichem Grade auch für die übrigen Vorstellungsarten, wogegen sie den grofsen Vorzug besitzt, dafs die dadurch ausgedrückte Klasse von Verbindungen auch künstlich erhalten werden kann, und aus zwei Verbindungen gleicher Ordnung zusammengesetzt ist. Diefs ist der Fall, wenn man sich den Topas als bestehend aus *Kieselfluoraluminium* und *kieselsaurer Thonerde* denkt, entsprechend der Formel:

$$(AlFl^3 + SiFl^3) + 2\dddot{Al}^3\dddot{Si}^2,$$

welche man auch so schreiben kann:

$$(AlFl^3 + SiFl^3) + 2\left\{\begin{matrix}\dddot{Al}\,\dddot{Si}\\ \dddot{Al}^2\,\dddot{Si}\end{matrix}\right.$$

Das erste Glied ist dann gleichsam $\dddot{Al}\dddot{Si}$, in welchem der Sauerstoff durch Fluor ersetzt ist.

Der Topas würde sonach eine Verbindung ganz von der Art seyn, wie die aus Molybdän- oder Wolframfluorkalium und molybdänsaurem oder wolframsaurem Kali bestehenden Salze.

Man mag nun diese oder die von **Forchhammer** vorgeschlagene Constitution annehmen, so ist die berechnete Zusammensetzung folgende:

$2AlFl^3 + 5\dddot{Al}\dddot{Si}$.		$(AlFl^3 + SiFl^3) + 2\dddot{Al}^3\dddot{Si}^2$		
Kieselsäure	35,26	Kieselsäure	28,21	75,29
Thonerde	39,24	Thonerde	47,08	
Aluminium	8,36	Kiesel	3,39	24,71
Fluor	17,14	Aluminium	4,18	
	100	Fluor	17,14	
			100	

während die Analyse geben mufs:

Kieselsäure	35,26
Thonerde	54,93
Fluor	17,14
	107,33.

II. Pyknit.

Beim Pyknit sind die Resultate folgende:

	Berzelius.	Forchhammer.
Kieselsäure	38,43	39,04
Thonerde	51,00	51,25
Fluor	16,22	18,48
	105,65	108,77

hier sind folglich die Abweichungen nicht bedeutend.

Die früher dem Pyknit zugeschriebene Formel

$$AlFl^3 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$$

pafste nicht auf das Resultat der Analyse. Dagegen entspricht ihr das Verhältnifs von $5\dddot{Si}$, $6\dddot{Al}$, $6Fl$, und hiernach hat Forchhammer die Formel:

$$2AlFl^3 + \dddot{Al}^4\dddot{Si}^5$$

gegeben, deren zweites Glied man auch als $\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$ betrachten kann.

Wendet man auf den Pyknit die von mir vorgeschlagene Zusammensetzungsweise an, so wird dieselbe hier durch die Formel:

$$(AlFl^3 + SiFl^3) + \dddot{Al}^5\dddot{Si}^4,$$

oder besser durch:

$$(AlFl^3 + SiFl^3) + \left\{\begin{matrix} 3\dddot{Al}\dddot{Si} \\ \dddot{Al}^2\dddot{Si} \end{matrix}\right.$$

ausgedrückt. Man findet hier alle Glieder der Topasformel, nur mit dem Unterschiede, dafs der Topas 2 At. Drittelsilicat, der Pyknit 3 At. desselben, jener 2 At. Sechstelsilicat, dieser 1 At. davon enthält. In jedem Fall ist der Pyknit = Topas Minus 1 At. Thonerde, und sowohl wegen der Zusammensetzung als auch der übrigen Unterschiede eine davon ganz zu trennende Mineralgattung.

Die berechnete Zusammensetzung ist nun folgende:

			Oder:	
Kieselsäure	30,61	73,19	Kieselsäure	38,27
Thonerde	42,58		Thonerde	51,09
Kiesel	3,68	26,81	Fluor	18,59
Aluminium	4,54			107,95.
Fluor	18,59			
	100.			

W a d.

Auf der Eisensteinsgrube »Kuhbach« bei Rübeland am Harz kommt eine ausgezeichnete Varietät von sogenanntem Wad vor, in Massen von deutlicher Glaskopfstructur, aus übereinanderliegenden Schalen gebildet. Die Farbe ist ein Eisengrau, in's Braune fallend, der Glanz und das Anfühlen fettartig. Uebrigens ist sie sehr leicht, und hie und da mit Brauneisenstein gemengt.

Dieser Wad zeichnet sich durch einen Alkaligehalt aus, welchen man leicht findet, wenn man das Mineral glüht und alsdann mit Wasser behandelt. Die alkalisch reagirende Flüssigkeit braust nach der Concentration durch Abdampfen auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, und giebt mit Platinchlorid die Reaction des Kalis.

Die Analyse gab:

Sauerstoff	13,48	
Manganoxydul	67,50	=15,14 Sauerstoff
Kalkerde	4,22	
Baryterde	0,36	
Kali	3,66	
Wasser	10,30	
Eisenoxyd	1,01	beigemengt
Kieselsäure	0,47	
	100,00.	

Es ergiebt sich hieraus, dafs nicht der ganze Mangangehalt als Superoxyd vorhanden seyn könne.

Die Gegenwart der stärkeren Basen, des Kalis, der Kalk- und Baryterde, überhaupt die Aehnlichkeit in der

Zusammensetzung mit den Psilomelanen macht es in gewissem Grade wahrscheinlich, dafs dieser Wad ein solcher zersetzter Psilomelan sey. Berechnet man unter dieser Voraussetzung nach der Formel, welche ich für jenen vorgeschlagen habe [1]), die Mengen von Oxydul und Superoxyd, so erhält man:

		Sauerstoff.	
Baryterde	0,36	0,03	3,51
Kali	3,66	0,62	
Kalkerde	4,22	1,18	
Manganoxydul	7,50	1,68	
Mangansuperoxyd	38,32	verbunden	14,04
	35,13	beigemengt	
Wasser	10,30		9,15

Oder das Mineral würde aus $\dot{M}n(\dot{C}a, \dot{B}a, \dot{K})\ddot{M}n^2 + 3\dot{H}$, gemengt mit Pyrolusit bestehen.

XII. *Vorkommen des Xanthicoxyds im Guano.*

In der Klassensitzung der Academie vom 15. Apr. d. J. theilte Hr. Magnus mit, dafs Hr. Unger in seinem Laboratorio das von Marcet sogenannte *Xanthicoxyd* im *Guano* aufgefunden habe. Dieser, für Physiologen und Chemiker so interessante Körper ist bis jetzt nur zwei Mal, als krankhafte Secretion, nämlich als Harnstein, vorgekommen. Die ausführlichste Untersuchung desselben verdankt man Liebig und Wöhler bei Gelegenheit ihrer Arbeit über die Natur der Harnsäure. Sie haben ihm den Namen *harnige Säure*, *Xanthin* gegeben, hatten indefs nur eine aufserordentlich geringe Quantität eines Steins, von dem Stromeyer schon einen Theil zur Untersuchung benutzt hatte.

Man erhält das *Xanthicoxyd* aus dem *Guano*, indem man diesen mit Chlorwasserstoffsäure auszieht und die Auflösung mit einem Alkali fällt. Aus dem erhaltenen Niederschlage zieht dann kaustisches Kali eine kleine Menge desselben aus, die jedoch nicht immer gleich ist. Aus der Auflösung in Kali wird das Xanthicoxyd entweder durch einen Strom von Kohlensäure gefällt, oder durch Zusatz von Salmiak getrennt, wodurch es sich in dem Maafse ausscheidet, als das Ammoniak verdunstet. Der

1) Diese Annalen, Bd. LIV S. 554.

so erhaltene gelblich pulverförmige Körper hat alle Eigenschaften, welche Liebig und Wöhler von dem Xanthicoxyd angeben, nur weicht er darin ab, daſs er in Chlorwasserstoffsäure löslich ist, wie dieſs auch schon aus der Art seiner Darstellung hervorgeht. Aber Hr. Unger hat gefunden, daſs das Xanthicoxyd nicht nur mit Chlorwasserstoffsäure, sondern auch mit verschiedenen andern Säuren in Wasser lösliche, krystallisirbare Verbindungen eingeht, deren Beschreibung derselbe nächstens ausführlicher bekannt machen wird.

So liefert das durch seine Entstehung so merkwürdige Guano, das eben so ersprieſslich für den europäischen Ackerbau zu werden verspricht, wie es dieſs schon lange für Gegenden von Süd-Amerika ist, auch für die Wissenschaft eine interessante Ausbeute.

Die geringe Menge, in welcher das Xanthicoxyd sich im Guano findet, läſst die Annahme nicht zu, daſs es durch allmälige Zersetzung entstanden sey; wenn es daher noch eines Beweises dafür bedürfte, daſs, wie Alex. v. Humboldt gezeigt hat, der Guano aus den Excrementen von Thieren besteht, so würde ein solcher in dem Vorkommen dieses, sonst nur als krankhafte Secretion des thierischen Organismus bekannten Körpers zu finden seyn. Die Ungleichheit, mit welcher er im Guano vertheilt ist, macht es sehr wahrscheinlich, daſs er ebenfalls als krankhaftes Product mit den Excrementen der Vögel abgegangen sey, wenn man nicht annehmen will, daſs er der normale Unrath bestimmter Thiere ist. Dann aber wäre es von groſsem Interesse, diese vielleicht noch jetzt lebenden Thiergattungen kennen zu lernen.

XIII. *Galiläische Perspective neuer Art mit achromatischen Ocularen und Objectiven, zum Gebrauche im Theater und im Freien; von Voigtländer und Sohn in Wien.*

(Nach der Berechnung des Hrn. Professors Dr. Petzval.)

1) Einfaches Perspectiv, von Elfenbein, mit einer silber- oder goldplattirten Auszugsröhre und Fassung, das Objectiv von 19‴ Oeffnung und 3maliger Vergröſserung, in Charnier-Futteral von Maroquin . . . . 22 fl. [1])

1) Alle Preise sind in Conventions-Münze, 20 fl. Fuſs.

2) Derlei ganz von Messing, in Schuber-Futteral . . . . 19 fl.
3) Derlei wie No. 1, das Objectiv von 24''' Oeffnung und 4maliger Vergröſserung 30
4) Doppel-Perspectiv [1]) von Elfenbein, mit silber- oder goldplattirten Auszugsröhren und Fassungen, und Schraube zum Einstellen, die Objective von 19''' Oeffnung und 3maliger Vergröſserung, in Charnier-Futteral von Maroquin 50
5) Derlei wie No. 4, ohne Schraube zum Einstellen, die Züge einzeln zu richten 45
6) Derlei wie No. 4, die Objective von 24''' Oeffnung und 4maliger Vergröſserung 70
7) Derlei wie No. 6, ohne Schraube 65

Gröſsere Schärfe der Wirkung, vollständigere perspectivische Richtigkeit, d. i. weniger Verziehen der Objecte am Rande der Objective, bedeutend vermehrtes Gesichtsfeld, so wie die um ein Viertel verminderte Länge des Rohrs, sind die Vorzüge dieser neuen, von Hrn. Prof. Dr. Petzval berechneten Perspective, gegen jene der ältern Art von gleicher Oeffnung und Vergröſserung. — Diese Vortheile sind theils durch die besondere, von der Theorie bestimmte Form und Gestalt der Objective erzielt, theils aber, und zwar hauptsächlich, durch die Zusammenstellung und Anwendung von *achromatischen Ocularen* statt der bisher benutzten einfachen Ocularlinsen.

Objective sowohl als Oculare sind dreifach, bestehen nämlich jedes aus drei Linsen.

Die doppelte Anzahl der Gläser wie bisher, deren bedeutend schwierigere Ausarbeitung, so wie die gröſsere Eleganz, womit diese neuen Perspective ausgestattet sind, haben bei den Preisen der Einfachen eine geringe Erhöhung herbeigeführt, welche übrigens keineswegs im Verhältniſs der gröſseren Leistung steht; bei den Doppel-Perspectiven finden die früheren Preise statt. In Berücksichtigung des Unterschiedes in der Wirkung dieser neuen Perspective gegen die der ältern Einrichtung mit einfachen Ocularlinsen werden nun die letzteren um verminderte Preise gegeben.

Wien, im März 1844.

1) Für die Erfindung der Doppel-Perspective überhaupt, wurde uns bereits im Jahre 1823 ein ausschlieſsendes Privilegium ertheilt.

1844. ANNALEN No. 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXII.

I. *Ueber die Pseudomorphosen und ihre anogene und katogene Bildung; von W. Haidinger.*

(Vorgetragen am 19ten September 1843, in der mineralogischen Section der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Grätz.)

Werner begann das Studium der Pseudomorphosen mit ihrer Erklärung. Man glaubte sie zu kennen, weil man wufste, was Ausfüllung und was Ueberzug sey.

Haüy's Begriff der Epigenese entspricht gut dem allgemeinen Vorgang der Bildung dieser Körper, die spätere Entstehung bezeichnend.

Erst in der neueren Zeit begannen die Mineralogen die einzelnen Fälle genauer zu studiren, und wir besitzen schon so viele Beobachtungen, und diese werden noch immerfort durch neue in solcher Ausdehnung vermehrt, dafs die Anordnung derselben nach gewissen Gesichtspunkten zum Bedürfnifs geworden ist, um das Mannigfaltige leichter zu übersehen.

Ich hatte manches bis dahin nicht Beschriebene in der Natur beobachtet, und nebst mehrerem Bekannten in einem Aufsatz zusammengestellt, der im Jahre 1827 in den Schriften der königl. Gesellschaft in Edinburg erschien. Um die zunächst mit einander zusammenhängenden Fälle möglichst nahe zu betrachten, versammelte ich sie in gewisse Gruppen, nach einem hervorstechenden chemischen Bestandtheile, der besonders interessante Verhältnisse zu berühren schien. Die Silicate, noch jetzt nicht vollständig durchforscht, boten damals noch weniger Anhaltspunkte. Das Fortführen von mancherlei Beobachtungen, die ich später sammelte, um den Gegenstand ausführlicher wieder vorzunehmen, wurde durch meine

Verhältnisse unterbrochen; aber andere Forscher haben auf demselben Felde reiche Ernte gehalten. Mitscherlich, Gustav Rose, Breithaupt, Marx, Zippe gaben manche werthvolle Beobachtungen. Aber Landgrebe [1]) und Blum [2]) wurden durch die stets wachsende Menge, die insbesondere Blum durch vieles wichtige Neue vermehrte, zur Aufstellung von allgemeinen Ansichten der Betrachtung dieser Körper bewogen, je nachdem sie durch Aufnahme oder Verlust von Stoffen, durch Austausch gewisser Bestandtheile, oder endlich durch Ersetzung der ganzen Species durch eine neue gebildet werden.

Obwohl in kleinere Abtheilungen geschieden, erhält die allgemeine Betrachtung der vorkommenden Fälle doch keinen rechten Anhaltspunkt. Man sondert gewissermafsen nur im Grofsen einige Fälle ab, bei welchen die chemische Erklärung durch Verlust oder Aufnahme von Stoffen sich dem Forscher aufdringt, von denjenigen, bei welchen sie weniger leicht erscheint, durch theilweisen Austausch gewisser Bestandtheile, d. i. theilweisen Verlust und Aufnahme zugleich; von den noch schwerer erklärbaren endlich, von welchen die ursprünglichen Bestandtheile der übrigbleibenden Form gänzlich verschwunden sind und durch einen neuen Körper ersetzt werden. Stets wird aber doch die eine mineralogische Species durch eine andere vollständig verdrängt, wenn auch jeder Zeit durch eine solche, die in der Art, in der Anzahl, oder in der chemischen Beziehung ihrer Bestandtheile mehr und weniger mit ihr zusammenhängt. In jeder Abtheilung bleibt jeder Fall als ein einzelnes Factum stehen, ohne Zusammenhang mit andern.

Wenn aber ein Körper in einen andern verwandelt

1) Ueber Pseudomorphosen des Mineralreiches etc., von Dr. Georg Landgrebe.

2) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches, von Dr. J. Reinhard Blum.

wird, oder seine Theilchen denen des andern weichen, so müssen wir billig einen dritten voraussetzen, der unter mancherlei begleitenden Umständen im Stande ist, diese Veränderung hervorzurufen. Wir dürfen wohl einen Strom von gewisser Beschaffenheit annehmen, in dem sich dieser Körper bewegt, der eine auflösende Kraft auf die Materie des gegebenen Krystalls besitzt. Entweder der Strom löste einen Bestandtheil dieser Materie auf, und führte ihn mit sich fort, so dafs der Rest in der Form gleichsam auf einem Filtro unaufgelöst zurückblieb, oder die Materie fällte aus der Auflösung, die in dem Strom vorüberging, einen Körper, der mit ihr oder anstatt ihr unauflöslich zurückblieb. Die Wirkung ist stets chemisch, aber nicht ohne eine mechanische Annäherung der Theilchen, bis zu der Entfernung, wo sie erst chemisch auf einander wirken können. Schlüsse auf diese Körper und die Verhältnisse, welche wirksam gewesen seyn können, werden am sichersten begründet, wenn man die Mischungsverhältnisse der zwei gegebenen, des verschwundenen und des pseudomorphen oder neu gebildeten, aus allgemeineren Gesichtspunkten mit einander vergleicht, und dazu ist wohl der elektrochemische Gegensatz derselben der natürlichste, der denn auch diejenigen Fälle, in welchen der Inhalt gänzlich verändert wurde, auf gleiche Stufe mit denen bringt, bei welchen nur Weniges verändert worden ist.

Gewisse Veränderungen, wobei die Form der Körper bleibt, die Materie verändert wird, sind wir im Stande nach Willkühr hervorzurufen. Die wichtigsten allgemeinen Bedingnisse sind Temperatur und Pressung der Atmosphäre bei allen Processen, die wir vornehmen, und wo es auf Bildung oder Zerstörung von Körpern durch das Spiel der Affinität ankömmt, welche beide eigentlich auf Eins hinauslaufen; denn jede neue Verbindung löst alte auf. Ob wir bei der gewöhnlichen Temperatur absichtlich Wasser im flüssigen Zustande, oder unter dem

Gefrierpunkte als Eis, oder in der Glühhitze als Dampf mit Eisenfeile von gleicher Temperatur zusammenbringen: so werden selbst bei gleicher Pressung der Atmosphäre die Resultate sehr verschieden seyn.

Aber schon der natürliche Weg im Wechsel der Jahreszeiten bringt so manche auffallende, wenn auch alltägliche Erscheinungen hervor. Der Winter verwandelt das flüssige Wasser in festes Eis. Im weitesten Sinne könnte man annehmen, dafs dabei eine Art von Pseudomorphose gebildet werde, denn das Eis nimmt den äufsern Raum ein, den das Wasser früher erfüllte. Ebenso schiefst der krystallisirte Zucker innerhalb der bekannten stangenförmigen Gestalten des geschmolzenen amorphen Zuckers an. Diefs sind die einfachsten Verhältnisse des Vorkommens von Bildungen eines zweiten Körpers in dem von einem andern erfüllten Raume, die man jedoch gewöhnlich nicht mit den eigentlichen Pseudomorphosen betrachtet, weil die Körper, welche die Gestalt liefern, selbst amorph sind; obwohl man sich ihrer nützlich als Anfangspunkt bei den dahin gehörigen Betrachtungen bedienen kann. Der amorphe Zucker ist eben so wenig individualisirt, als das Wasser; erst der krystallisirte, so wie das Eis, nimmt unorganische Gestaltung an, er verhält sich zum Zucker wie Wasser zum Eis, er zeigt den Wasserzustand des Zuckers.

Die Physik unterscheidet die Zustände fest und flüssig. Das Flüssige des Wassers zeigt uns keine solche Verschiedenheiten, wie das Flüssige der Zuckerlösung oder des geschmolzenen Zuckers selbst. Der letztere geht durch Temperatur-Abnahme durch alle Abstufungen des Dünnflüssigen, Dickflüssigen und Zähen bis zu dem Punkt, dafs längere Stangen noch biegsam sind, und Eindrücke vom Fingernagel annehmen, und dabei ihre vollkommene Durchsichtigkeit und muschligen Bruch beibehalten, und auch noch jenseits desselben, so dafs sie vollständig fest erscheinen. Aber zwischen diesen

Zuständen existirt kein fester Schmelzpunkt. Die Substanz geht allmälig aus dem festen in den flüssigen über. Wir finden keine feste Grenze. Man begreift diese Art des Festen und das Flüssige unter dem Namen des *Amorphen*. Aber in dem amorphen Zucker, obwohl scheinbar fest, sind die Theilchen noch so beweglich, dafs sie der Krystallisationskraft folgen können, wodurch Individuen gebildet werden. Dieser eine feste Punkt findet bei verschiedenen Körpern auch in verschiedenen Temperaturen statt.

Die Eigenschaft der Biegsamkeit bei angewandtem Drucke kommt aber auch krystallisirten Körpern zu. So ist das Steinsalz in den schönsten Krystallblättchen biegsam und nimmt Eindrücke vom Fingernagel an. Wohl darf man annehmen, dafs jedes krystallinische Atom ursprünglich bei durchweg gleichbleibenden Verhältnissen eine ebenflächige Lage annimmt. Aber wir treffen theilbare Steinsalz-Varietäten mit in mancherlei Richtungen gebogenen Flächen. Die Mineraliensammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen bewahrt deren mehrere, vorzüglich von Aussee in Steyermark. Es läfst sich dabei eine Veränderung der Lage der Theilchen durch Druck voraussetzen. Diese geschah in einem festen individualisirten Minerale. Die Theilchen verschoben sich an einander, aber doch nur mechanisch, und befinden sich nun in einer Spannung, welche chemischer Affinität, oder erneuerter gegenseitiger individualisirender Anziehung Raum giebt.

Wenn in den bekannten, im Mergel schief gedrückten Salzwürfeln die Theilbarkeit unterbrochen erscheint, und sich neue Individuen mit wenig verschiedener Stellung bilden, so sind diefs wahre Pseudomorphosen von Steinsalz nach Steinsalzformen. Denn es findet im Innern eines schon gebildeten Krystalles durch die individualisirende Kraft eine neue Anordnung der Theilchen statt.

Bei tessularischen Formen, wie beim Steinsalz, ist natürlich die Ausdehnung jederzeit gleich in drei senkrecht auf einander stehenden Richtungen. Bei den rhomboëdrischen des Kalkspathes findet durch die Wärme eine stärkere Ausdehnung in der Richtung der Axe statt, als senkrecht auf dieselbe. War daher bei einer Temperatur die Spannung ausgeglichen, so mufs bei einer höheren eine neue von der vorigen verschiedene eintreten, die zur Geltendmachung von neuen Affinitäten Raum giebt.

Während wir oben aus einem Steinsalz-Individuum durch Pressung mehrere entstehen sahen, so giebt eben diese Species Beispiele, wie sich im Laufe der Zeit mehrere nahe an einander liegende nach und nach zu einem einzigen Individuum umbilden. Die k. k. Hofkammer-Mineraliensammlung bewahrt Stücke von Maros Uivar in Siebenbürgen, welche dieses Verhältnifs deutlich darthun.

Das Salz, wie es noch vor unsern Augen sich anhäuft in den Salzseen, in den Meersalinen, künstlich oder natürlich wie in den Limans in Bessarabien, besteht aus einer Menge einzelner, lose an einander liegender Krystalle, oder vielmehr krystallinischer Anschüsse, die erst später durch fernern Ansatz in ihrer neuen Lage zu Krusten zusammenwachsen, die ein körniges Gefüge haben. Die Krystalle liegen darin natürlich in mancherlei zufälligen Richtungen. Dicke Massen solcher Niederschläge, unter Thon und Schlammschichten begraben, erlauben noch den Salztheilchen einige Bewegung. Die zunächst an einander liegenden ordnen sich zu gröfseren Individuen. Hexaëdrische Theilbarkeit geht durch viele hindurch, zeigt aber keine vollkommen glatte und ebene Flächen. Jede derselben ist wie von Mosaik aus einer Menge in ihrer Stellung wenig abweichenden Individuen zusammengesetzt. Nach der Mittheilung meines gewesenen Zuhörers Herrn Karl Foith, von Deésakna, findet man mehr als centnerschwere Massen, welche diese Beob-

achtung bestätigen. Zu entfernteren Krystallisationssphären gehörige Theilchen grenzen dann entschieden in abweichenden Stellungen an einander, und bilden grobkörnige oder grofskörnige Zusammensetzungen.

Bei diesen Bewegungen der kleinsten Theilchen werden fremdartige Stoffe ausgeschieden, so das Wasser, atmosphärische Luft, Kohlenwasserstoffgas, das in dem Knistersalz von Wieliczka in so geprefstem Zustande vorhanden ist, dafs es bei der Auflösung in Wasser das umgebende Salz zersprengt, auch die bituminösen Stoffe, welche hier insbesondere einen deutlichen Stinksteingeruch hervorbringen, diese ursprünglich durch organisches Leben bedingt, wie man denn in einigen Varietäten des Spizasalzes von Wieliczka Föraminiferen findet; endlich erdige Stoffe, nach Mafsgabe der Pressung wasserhaltiger Gyps, oder wasserloser Anhydrit, Thon, der später zu Mergel wird, in dem letztern Schwefelkies u. s. w.

Schon in diesem Falle wird gewifs die Beweglichkeit der Theilchen bedeutend durch die gegen die Tiefe zu steigende Temperatur und den gleichzeitig stattfindenden Druck, die Spannung von allen Seiten modificirt und erleichtert. Die Materie selbst befindet sich dabei in einem geschlossenen Raume. Bekanntlich ist in geschlossenen Räumen die Spannung durch die Temperatur bedingt. Cagniard de la Tour fand, dafs Wasser mit dreimal so viel Luft in einem Gefäfs hermetisch geschlossen bei 400° den ganzen Raum gasförmig, als ein gleichförmiges Fluidum erfüllte. Flüchtigere Körper bei niedrigeren Temperaturen, wie denn eine in der Höhlung eines Amethystkrystalles von Sir David Brewster entdeckte Flüssigkeit dieses Phänomen durch die Hand erwärmt zeigte. — Nach dem Gesetze, dafs die Temperatur bei 100 Fufs um einen Grad steigt, genügt für diesen Effekt schon eine geringe Tiefe zwischen anderthalb und zwei Meilen. Es ist erlaubt anzunehmen, dafs bei einer gröfsern Tiefe Temperaturgrade eintreten,

welche bei dem auf der Oberfläche bestehenden geringen Druck Alles in geschmolzenen Zustand versetzen würden. Vieles wird in dieser Temperatur durch den Druck von oben abgeändert. Aber Wirkung und Gegenwirkung sind stets einander gleich.

Wichtig für die Wirkung von Pressung scheint eine Beobachtung Jeffrey's, von welcher Berzelius [1]) Nachricht giebt. Schwach gebrannte Mineralwasser-Thonkrüge, gefüllt mit einer Auflösung von $1\frac{1}{2}$ Drachmen kohlensauren Natrons in 20 Unzen Wasser und Kohlensäure, unter dem Druck von 8 Atmosphären, liefsen beides, Gas und Wasser durch. Stärker gebrannte liefsen blofs Gas durch, kein Wasser. Noch stärker gebrannte kein Gas, sondern Wasser mit sammt dem aufgelösten Salze.

Bodensätze von Schlamm, von Thon, von Sand, so wie das Wasser selbst, üben einen der Tiefe entsprechenden Druck aus. Aber nicht Alles ist Druck von oben. Der Bergmann weifs sehr gut, dafs der Firstendruck verhältnifsmäfsig stärker ist, wenn er wenig Erdreich, besonders rolliges, über sich hat. In tieferen Strekken, ganz im festen Gestein, bemerkt man keinen Druck; die Festigkeit desselben ist selbst das Resultat der Ausgleichung des früher vorhandenen Druckes bei einer Temperatur, welche neuen Affinitäten Bahn machte. So grofs sind wir berechtigt, den Grad der gegenseitigen Pressung anzunehmen, das im Vergleich mit demselben die Schwere, das Resultat der Anziehung aller Körper gegen ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt oder den Mittelpunkt der Erde, höchst unbedeutend erscheint. Hier im Kleinen wird nun die individualisirende oder Krystallisationskraft thätig, die unter diesen Verhältnissen viel ungehinderter wirken kann als in unseren Laboratorien, wo wir nur bei der einseitigen gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre arbeiten. Manches gelingt daher in jenen Räumen, was

1) Jahresbericht 21. II, S. 36.

uns zu erzeugen unmöglich bleibt. Die Gesammtmassen jedoch äufsern auch wieder ihren proportionellen Druck gegen die Unterlagen und in der Nachbarschaft. Störungen geben Anlafs zu vulkanischen Eruptionen, als Sicherheits-Processe für die Gestalt der Erdoberfläche, zu Erdbeben, wobei sich jene Störungen wieder ausgleichen, deren grofsartigste Ereignisse aber jene ungeheueren Zerreifsungen der Erdrinde darstellen, wodurch eine neue Form derselben hervorgebracht wird, und Theile einer und der nämlichen Schicht hoch über das Niveau der frühern Lage als Gebirgsmasse emporgehoben wird, während das Gleichgewicht es erfordert, dafs sich ein angemessener Theil in die Tiefe hinabgedrückt finde. Ganz verschiedenen Zuständen sind nun zusammenhängende Theile einer gleichförmig gebildeten Gebirgsschicht preisgegeben. Während der emporgehobene Theil nach und nach eine niedrigere Temperatur annimmt, und während er auf der Oberfläche auf mehr mechanische Weise austrocknet, steigt die Temperatur stufenweise in der Tiefe, bis sie denjenigen Grad erreicht hat, welcher der Depression entspricht. Neue Verhältnisse finden nun statt, eine neue Modification von Druck in den Massen, die ihren Seiten-Zusammenhang verloren haben; endlich werden neue Sättigungspunkte hervorgerufen, die den neuen Verhältnissen von Druck und Temperatur angemessen sind.

Die Veränderungen, obwohl gewaltthätig im Ganzen und ungeheuer, aus einem allgemeinen Gesichtspunkte, gehen oft über die feinsten, zartesten Bildungen schonend hinweg. Die ursprünglichen Formen organischer Wesen von Pflanzen und Thieren bewundern wir noch in harten Substanzen, die allmälig den Platz der organischen Materie eingenommen haben. Eben so treffen wir noch die Formen von Krystallen verschwundener Mineralspecies, erfüllt von neuen, denen sie fremd sind. Bei einer allgemeinen Betrachtung können wir Versteinerungen und Pseudomorphosen nicht trennen, so wie denn

beide am nützlichsten zu dem Zwecke des Verständnisses aus einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte mit den Veränderungen der Gestaltung der unorganischen Materie überhaupt zu betrachten sind, mag diese individualisirt seyn oder nicht. Aber um dieses Chaos in Massen zu sondern, dienen uns beide als feste Vergleichungspunkte.

Immer und überall wirken die Stoffe nach den ihnen eigenthümlichen Eigenschaften; in vielen Wirkungen sind wir Herren derselben, andere hängen von Verhältnissen ab, die über unsere Kräfte sind. Diese Verhältnisse zu erforschen, sie in allgemeinen Bildern darzustellen, wird daher der Gegenstand unseres Studiums bei den Pseudomorphosen seyn.

Unterstützt von Temperatur, Differenz und Pressung, sind die allgemeinsten Stoffe, deren Wirkung sich bemerkbar macht, die sogenannten atmosphärischen Agentien, Luft und Wasser. In dem letzteren insbesondere sind die wichtigsten, kraftvollsten Stoffe, Oxygen und Hydrogen, mit einander gesättigt, und erwarten, um kräftigst auf andere einwirken zu können, nur die Zerlegung, welche durch die so allgemein verbreitete Elektricität, in ihrer galvanischen Wirksamkeit nicht aufser dem Kreise unserer Betrachtung liegt.

Uebereinstimmend wird die Vergleichung der Mischung in den Pseudomorphosen mit der elektro-chemischen Reihung der einfachen Stoffe, und ihr relativer Gegensatz für ihre leichtere Uebersicht im Zusammenhange mit einander grofse Vortheile gewähren.

Eine jede Pseudomorphose drückt uns zwei feste Punkte in der Reihung chemischer Verbindungen aus. Die ursprüngliche Species ist der Anfangspunkt, die neue in der Pseudomorphose auftretende die Richtung der Veränderung. Setzen wir Oxygen als Anfang, Kalium als Ende, so erscheint uns Reduction als progressiv, Oxydation als retrograd. So wird die Bildung von Bleiglanz nach Pyromorphit als der Reduction, die von Pyromor-

phit nach Bleiglanz als der Oxydation analog betrachtet werden können. Ein gänzlich paralleles Verhalten mit dem ersten Beispiel hat der gewässerte Brauneisenstein gegenüber dem Schwefelkies; nebst der Oxydation tritt aber hier noch Wasser zu der Mischung. Wasser selbst spielt aber auch oft die Rolle einer Säure. Eine gewässerte Verbindung steht dann dem Oxygen-Anfangspunkte näher als eine wasserlose. Ein diesem Verhältnisse entsprechendes Beispiel, wenn auch mehr durch die Verhältnisse des Vorkommens in der Natur genähert, ist der Gyps in Anhydrit-Formen. Wir betrachten diefs als eine der Oxydation analoge Bewegung.

Mennige statt Bleiglanz ist gewifs Oxydation, Weifsbleierz in Bleiglanzformen ebenfalls, letzteres noch dazu in Verbindung mit Säure, Salz statt Sulphuret. Aber die Bildung von Mennige in Weifsbleierzformen bleibt immer noch Oxydation, denn das Oxygen selbst ist doch der in der Reihe ganz am Anfange gestellte, der elektronegativste Stoff.

Die Bildung von Quarz, Kieselsäure, in seinen verschiedenen Abänderungen als Pseudomorphose, gehört hierher, so wie er abgesetzt erscheint in den verschiedenartigsten Formen nach so manchen theils kieselerdehaltigen Verbindungen, in welchen nur die Basen durch die Säure ersetzt werden, und daher das Ganze mehr elektronegativ erscheint, theils nach ganz fremdartigen Verbindungen von anderen Säuren mit Salzbasen.

Betrachten wir im Allgemeinen einige Umstände, welche das Vorkommen von Veränderungen in der Mischung der Körper in der Natur begleiten, so ist insbesondere die Bildung von Schwefelkies und Brauneisenstein höchst lehrreich. In den Thonstraten, manchen Sandsteinen, Mergeln u. s. w. finden wir einen grauen Kern, von Eisenoxydul gefärbt, und Schwefelkies, manchmal kohlensaures Eisen enthaltend, umgeben von einer gelben oder braunen Rinde, die Eisenoxydhydrat enthält.

Die Rinde und der Kern stehen in dem Verhältnisse von oxydirten und reducirten Körpern. Während die Reduction stattfand, mufste die Schicht in anderen Verhältnissen sich befunden haben als nun, wo der entgegengesetzte Procefs vor sich geht. Sie befand sich in gröfserer Tiefe abgelagert, dadurch unter stärkerer Pressung, die jetzt entzogen wird. Die mindere Pressung ist also nun der Oxydation, die stärkere war der Reduction günstig gewesen.

Bei gleicher Pressung ruft Veränderung der Temperatur für sich neue Verwandtschaften des Oxygens hervor; so bekanntlich beim Merkur die Reihe von unserer gewöhnlichen bis zur schwachen Rothglühhitze dreierlei Zuständen entspricht. Bei der ersten ist das Merkur und sein Oxyd unverändert, bei der letzteren wird das Oxygen aus dem Oxyd geschieden und Metall gebildet. In einer Zwischentemperatur entsteht aus dem Metall Oxyd durch Aufnahme desselben Stoffes. Eisenvitriol, sehr langsam bis zum Glühen erhitzt, giebt Pseudomorphosen von Eisenoxyd; ich machte diese Beobachtung gelegentlich in einem Porzellan-Glühofen; für das Eisen bedingt also eine höhere Temperatur bei gleichem Drucke Oxydation, ein Umstand, der wohl zu manchen Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magneteisenstein, z. B. bei den Varietäten aus Brasilien, Veranlassung gewesen seyn mag.

Aber auch Oxydation mit gleichzeitiger Entwässerung schliefst sich an Processe dieser Abtheilung an, wie unter Andern die Bildung von Pyrolusit nach Manganit, oder von Rotheisenstein nach Würfelerz. Alles diefs in elektronegativer Richtung.

Die entgegengesetzte Richtung, Verminderung des Wassergehaltes nebst dem Abgange einiger Bestandtheile, wie bei Prehnit nach Analzim, oder Schwefelung statt Oxydation, wie bei dem oben gegebenen Beispiele des Bleiglanzes nach Pyromorphit, die Bildung des Schwefel-

kieses überhaupt, die wir im Gefolge stärkerer Pressung sehen, strebt zum elektro-positiven Endpunkt der Reihe. Hier giebt uns aber der Wassergehalt ganz eigenthümliche Betrachtungen an die Hand. In einer nicht zu groſsen Tiefe vermehrt die Pressung die Affinität des Wassers zu gewissen festen Stoffen, während die höhere Temperatur in gröſserer Tiefe keinen wäſsrigen Bestandtheil mehr zuläſst. Von dem erstern liefert der Kaolin nach Feldspath einen augenscheinlichen Beleg. In dem Kaolin von Zettlitz in Böhmen finden sich Schwefelkieskugeln. Ich verdanke meinem verehrten Freunde, dem Herrn Geheimen Medicinalrathe Mitscherlich, mit dem ich vor vielen Jahren diese Lokalität das erstemal besuchte, die Berichtigung der bis dahin geltenden Ansichten. Man hatte den Kaolin als Resultat der Verwitterung von Granitsand betrachtet. Mitscherlich sprach ihn als an Ort und Stelle verwitterten Granit aus, gestützt zum Theil auf das Vorkommen von nicht verändertem Turmalin. Die Schwefelkieskugeln aus diesem Kaolin sah ich vielfältig in den Lieferungen von diesem Materiale, wie es der Elbogner Porzellanfabrik zugefahren wurde. Wäre der Veränderungsproceſs hierin der Oxydation analog gewesen, so würden sich gewiſs nicht Schwefelkieskugeln zusammengezogen haben, sondern alles Eisen wäre zu Brauneisenstein verwittert. Der Proceſs der Kaolinbildung ist also ein in elektropositiver Richtung fortschreitender, der Reduction analog.

Die Bildung dioritischer Gesteine mit ihren Schwefelkiesen, aber auch ihre Verwitterung, bei der sie als weiſse wasserhaltige Massen erscheinen, denn auch in diesen kommt der genannte orientirende Körper vor, gehört zu dieser Abtheilung fortschreitender Bildungen, wenn auch in verschiedenen, jener in tieferen, dieser in höheren Lagen innerhalb der Erdrinde, während das der Oxydations- oder elektro-negativen Richtung entsprechende Nebenproduct, der mit den Alkalien als ein Theil der

Kieselerde aus der Mischung jener Gesteine verschwundene Körper in mannigfaltigen Varietäten, als: Quarz, Hornstein, Chalcedon, Jaspis u. s. w., in Gängen ausgeschieden erscheint.

Speckstein nach Quarz, nach so manchen anderen Species in Pseudomorphosen erscheinend, gehört hierher, während wir genöthigt sind, denselben Körper nach Dolomit gebildet für der Oxydation oder Säurung analog zu nehmen.

Die Bildung von Braunspath, von Dolomit selbst, aus und nach Kalkspath ist deutlich fortschreitend in elektropositiver Richtung. Fehlte uns Alles, so würden die Schwatzer Fahlerze als Beweis gelten, die sich aus dem Dolomit, also reducirt ausgeschieden haben. Eine spätere geognostische Höhenstellung gab an diesem Orte Veranlassung zu neuen Bildungen im entgegengesetzten Wege, Malachit nach Kalkspathformen von Blum beschrieben, Kupferlasur nach Fahlerz, wovon ein schönes Beispiel in dem k. k. montanistischen Museum zu sehen ist.

Zur Bezeichnung dieser zwei grofsen und wichtigen Abtheilungen der Vorgänge in den Pseudomorphosen durch eigene Ausdrücke passen keine von allen denen vollständig, die im Vorhergehenden angewendet wurden, sobald man ein einzelnes allgemein gültiges Wort auswählen will. Die auf die veränderte geognostische Höhenstellung bezüglichen Ausdrücke *anogen* und *katogen*, von den allgemein gebräuchlichen griechischen Wörtern *ἄνω* hinauf und *κάτω* hinab, scheinen alle wünschenswerthe Beziehungen auszudrücken, indem sie nebst diesem Verhältnisse auch auf den verschiedenen Grad der Pressung, endlich auf den galvanischen Gegensatz der Pole einer Säule hindeuten, in welcher diese beiden Stammsylben in *Anode*, dem Zinkpole, an dem sich der Sauerstoff entwickelt, und *Kathode*, dem Kupferpole, an dem sich der Wasserstoff entwickelt, enthalten sind.

Wir betrachten daher die Pseudomorphosen in zwei

gröſseren Abtheilungen oder Klassen, den *anogenen* und den *katogenen*, eine jede unterabgetheilt nach der Gegenwart oder dem Abgange des Wassers in dem Producte, um die Anzahl der zugleich zu betrachtenden Fälle in etwas zu vermindern, obwohl auch hier, wie bei allen *Reihen*, die Gränzen nicht fest sind; denn die Quantität des Wassers ist oft an sich sehr geringe, oder es hängt von theoretischen Betrachtungen ab, ob es als der Mischung wesentlich erscheine. So geben frühere Analysen von Klaproth und von Bucholz und Brandes dem Göpfersgrüner Speckstein $5\frac{1}{2}$ pCt. Wasser. Lychnell fand gar keines, aber er hatte das Mineral im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrocknet. Es darf hier billig gefragt werden, ob nun dieses letzte Resultat die wahre Mischung des Specksteines, wie er sich in der Natur gebildet vorfindet, darstelle, oder vielmehr die Mischung einer neuen künstlich hervorgebrachten Pseudomorphose nach natürlichem Speckstein, so wie etwa pulveriges wasserloses Glaubersalz auf die nämliche Art aus dem krystallisirten gewässerten erhalten würde, ohne dadurch die wahre Mischung jener Species darzustellen.

In einer gewissen Tiefe der Schichten von der Oberfläche nieder erscheinen Thon und andere nicht krystallisirte Mineralien im constanten feuchten Zustande; die Untersuchung dieses Zustandes wäre gewiſs nicht unwichtig zur Beurtheilung des Abstandes dieser Körper von dem Zustande bei der gewöhnlichen Austrocknung an der Atmosphäre von einer gewissen Durchschnittsbeschaffenheit. Die Zweckmäſsigkeit der Anwendung einer so gewaltsamen Austrocknungsmethode, als die bei gänzlich aufgehobener Pressung, muſs wohl immer dem Urtheile des Analytikers anheim gestellt werden.

Bei dem Speckstein giebt der Versuch in der Glasröhre oder im Kolben über der Spirituslampe stets Wasser, selbst bei Stücken, die lange Jahre in trockenen Sammlungen gelegen hatten.

In dem nachstehenden Verzeichnisse habe ich die meisten der von **Blum** gesammelten Pseudomorphosen nach den elektro-chemischen Gegensätzen in den angeführten zwei grofsen Abtheilungen und innerhalb derselben in kleinere Gruppen zur bequemeren Uebersicht gesondert. Vollständigkeit suchte ich hier nicht zu erreichen, so dafs auch mehrere, die ich theils selbst beschrieben, theils später beobachtet, nicht mit registrirt sind. Manche problematische, auch die von **Blum** als solche betrachteten, blieben weg. Es war mir hier mehr um das Princip, die allgemeine Ansicht dieses Verhältnisses zu thun.

Ueberhaupt ist es keineswegs für wahre Kenntnifs förderlich, die unsicheren Angaben älterer Schriftsteller gleichen Schrittes mit den genaueren Angaben bewährter Mineralogen der neueren Zeit aufzuführen. Auch verdienen diese Angaben selbst die möglichste Sichtung. Besser ist es weniger, und das mit möglichster Sicherheit zu geben. Sind die Daten erst festgestellt, dann gebietet die literarische Gerechtigkeit, den Quellen nachzuforschen; nur heifse es immer »*amicus Plato*, *sed magis amica veritas.*« Erst die Natur, dann die Autorität.

Bei den Pseudomorphosen so vieler Silicate entbehren wir noch der genauen Kenntnifs der Mischungen der neu gebildeten Species. Aber was noch jeder Schriftsteller, der sich mit diesem Gegenstand beschäftigte, gewünscht hat, wir werden nach und nach von dem Eifer und der Anzahl der Naturforscher alle Verhältnisse, die genaue Bestimmung der Species, das vollständig beobachtete geognostische Vorkommen in der Natur, endlich die Mischung der beiden Species, mit einem Wort die genaue Kenntnifs der beiden festen Punkte in der elektro-chemischen Reihe, erhalten.

Zu mehreren Abschnitten folgen kurze Bemerkungen, da sie mehr das einzelne Detail berühren. Ob ich Alles richtig gedeutet habe? Ich will es nicht behaupten, doch

scheint

scheint mir dieser erste Versuch einer elektro-chemischen Reihung viel für die spätere Ausführung zu versprechen.

I. Anogene Pseudomorphosen.

1) Wasserlose.

a) Sulfurete nach Sulfureten.

1) Buntkupfererz nach Kupferglanz,
2) Kupferkies nach Kupferglanz.

Kupferglanz wird zu Buntkupfererz, $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}$ zu $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$, durch Aufnahme von zwei Drittel Atomen des elektro-positiven Eisens gegen eines des elektro-negativen Schwefels, bei gleichbleibenden Kupferverhältnissen zu Kupferkies, $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$, durch Aufnahme von $2\mathrm{Fe}$ und $3\mathrm{S}$, also mehr des elektro-negativen als des positiven Elementes. Sie finden sich in Cornwall. Ich beobachtete sie unter andern in Allan's Sammlung.

3) Schwefelkies nach Arsenikkies.

Diese Verbindung $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$ nach $\mathrm{Fe\bar{S}^2 + Fe\,As^2}$ entsteht durch Verschwinden des elektro-positiven $\mathrm{Fe\,As^2}$. Sie wurde von Blum an einer Freiberger Varietät beschrieben.

Der mehr negative Zustand der pseudomorphen gegen die ursprünglichen Species ist klar, weniger auffallend jedoch als bei den nun nachfolgenden Abtheilungen bis zu den Bildungen von Salzen in den Formen anderer Salze.

b) Oxyde nach Metallen oder Sulfureten.

1) Antimonit nach Antimon,
2) Antimonit nach Antimonglanz,
3) Pyrantimonit nach Antimonglanz,
4) Wismuthocher nach Nadelerz,
5) Mennige nach Bleiglanz,
6) Rotheisenstein nach Eisenkies.

c) Salze nach Sulfureten.

1) Bleivitriol nach Bleiglanz,
2) Pyromorphit nach Bleiglanz,
3) Weiſsbleierz nach Bleiglanz,
4) Gelbbleierz nach Bleiglanz.

d) Oxyde nach Salzen.

1) Mennige nach Weiſsbleierz,
2) Rotheisenstein nach Spatheisenstein,
3) Pyrolusit nach Kalkspath,
4) Hausmannit nach Kalkspath,
5) Rotheisenstein nach Kalkspath.

e) Oxyde nach Oxyden, Fluoriden.

1) Eisenglanz nach Magneteisenstein,
2) Rotheisenstein nach Fluſs.

f) Salze nach Salzen.

1) Schwerspath nach Witherit.

Bei der Bildung von Schwerspath $\dot{\mathrm{Ba}}\dddot{\mathrm{S}}$ nach Witherit $\dot{\mathrm{Ba}}\ddot{\mathrm{C}}$ tritt die elektro-negativere Schwefelsäure an die Stelle der Kohlensäure, welche als mehr positiv verschwindet. Die Varietäten von Dufton.

2) Pyromorphit nach Weiſsbleierz.

Die chemischen Zeichen des ersteren $\mathrm{Pb\,Cl}+3\dot{\mathrm{Pb}}^{3}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}$ und des zweiten $\dot{\mathrm{Pb}}\ddot{\mathrm{C}}$ stellen keinen klaren Gegensatz dar. Daſs die Pseudomorphosen hier ihren richtigen Platz haben, schlieſsen wir aus dem auf dem Gange zugleich vorkommenden Brauneisenstein nach Spatheisenstein (I. 3. *e*.), in welchem diese Richtung unverkennbar ist; wie dieſs **Blum** an dem von ihm beobachteten Falle von Markirchen beschreibt.

3) Speckstein nach Dolomit oder Bitterspath.

In den Formeln $\dot{\mathrm{Mg}}\dddot{\mathrm{Si}}$ nach $\dot{\mathrm{Ca}}\ddot{\mathrm{C}}+\dot{\mathrm{Mg}}\ddot{\mathrm{C}}$ erscheint die Veränderung deutlich. Erst verschwindet das elektropositive Element $\dot{\mathrm{Ca}}\ddot{\mathrm{C}}$, dann wechselt die positive Kohlensäure $\ddot{\mathrm{C}}$ gegen die negativere Kieselsäure $\dddot{\mathrm{Si}}$.

4) Specksein nach Spinell.

Hier weicht $\dot{Mg}\dddot{Al}$ dem $\dot{Mg}\dddot{Si}$, theoretisch also die positivere Alaunerde der negativeren Kieselsäure. Der Pleonast von Monzon enthält nach Abich:

Kieselsäure	1,23
Thonerde	66,89
Talkerde	23,61
Eisenoxydul	8,07
	99,80.

In den pseudomorphen Octaëdern aus dem Fassathal fand einer meiner Zuhörer, Hr. Joseph Stadler, in Löwe's Laboratorio

Kieselsäure	37,5
Thonerde	15,7
Talkerde	25,8
Kalkerde	8,7
Eisenoxyd	4,6
Manganoxyd	1,7
Wasser	6,0
	100,0.

Diese Analyse stimmt keineswegs mit der obigen theoretischen Formel für das, was Speckstein seyn sollte, wobei noch nach Lychnell ein gänzlicher Abgang an Wasser angenommen ist. Die Fassaer Pseudomorphosen wurden übrigens auch über Schwefelsäure, aber bei der gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre getrocknet.

g) Säuren nach verschiedenen Körpern.

1) Quarz nach Bleiglanz,
2) Quarz (Quarz, Chalcedon, Hornstein) nach Fluſs,
3) Quarz (Quarz, Prasem, Eisenkiesel, Chalcedon, Karniol, Hornstein) nach Kalkspath,
4) Quarz mit Feldstein nach Kalkspath,
5) Quarz (Chalcedon, Quarz) nach Bitterspath,
6) Hornstein nach Spatheisenstein,
7) Quarz (Quarz, Chalcedon) nach Baryt,

8) Quarz nach Weifsbleierz,
9) Quarz nach Pyromorphit,
10) Quarz nach Scheelit,
11) Quarz nach Datolith,
12) Jaspis nach Hornblende,
13) Hornstein nach Glimmer.

Unbezweifelt ist das Vorkommen dieser Körper ein Fortschritt der Bildung in elektro-negativer Richtung. Den Quarz mit Feldstein reihen wir billig hier an (4), so wie den nachfolgenden Quarz mit Zinnstein, wenn auch letztern mit minderer Evidenz, beides Gemenge.

h) Säuren und Oxyde, gemengt, nach Salzen.

1) Quarz und Zinnstein nach Feldspath.

i) Dimorphe Körper.

1) Kalkspath nach Aragon.

Vorzüglich deutlich tritt aus den Beobachtungen die bestimmte elektro-negative Richtung der Umwandlung von Aragon zu Kalkspath hervor. Bei gleichem Druck bildet sich nämlich in höherer Temperatur unter dem Siedpunkte des Wassers Aragon, bei geringerer Kalkspath. Ueber der Temperatur der Aragonbildung tritt zwar ebenfalls Kalkspathbildung ein, doch läfst sich jene erstere in den Pseudomorphosen nachweisen. Die Temperaturgränzen sind übrigens nicht erforscht.

2) Entwässerte.

a) Oxyde nach Oxyden.

1) Pyrolusit nach Manganit,
2) Hausmannit nach Manganit.

Pyrolusit entsteht häufig zugleich mit Brauneisenstein aus der Verwitterung des Spatheisensteines durch elektro-negativen Fortschritt. Er zeigt geringere Affinität zum Wasser als der letztere, daher kann auch in den oben benannten Pseudomorphosen ein vollkommen analoger Fortschritt stattfinden, obwohl der Körper entwässert wird.

b) Oxyde nach Salzen.

1) Rotheisenstein nach Würfelerz.

Bei der Bildung von Rotheisenstein überhaupt nehmen wir billig ohne Fehler eine höhere Temperatur als jene an, bei welcher sich durch Hydro-Oxydation ebenfalls elektro-negativ Brauneisenstein gebildet hätte.

Diese, so wie der nächste Fall, Quarz nach Gyps, schliefsen sich vollständig an die vorhergehende Abtheilung an.

c) Säuren nach Salzen.

1) Quarz nach Gyps.

3) Gewässerte.

a) Oxyde nach Sulfureten.

1) Göthit und Brauneisenstein nach Schwefelkies,
2) Brauneisenstein nach Strahlkies,
3) Brauneisenstein nach Bleiglanz,
4) Antimonocher nach Antimonglanz,
5) Kupferschwärze nach Kupferglanz,
6) Kupferpecherz nach Kupferkies.

b) Salze nach Sulfureten, Arsenieten u. s. w.

1) Eisenvitriol nach Eisenkies,
2) Kobaltblüthe nach Speifskobalt,
3) Malachit mit Brauneisenstein nach Kupferkies,
4) Kieselzink nach Bleiglanz.

c) Oxyde nach Oxyden, Fluoriden u. s. w.

1) Brauneisenstein nach Eisenglanz,
2) Brauneisenstein nach Rothkupfererz,
3) Brauneisenstein nach Flufs,
4) Psilomelan nach Flufs.

d) Salze nach Oxyden, Fluoriden u. s. w.

1) Malachit nach Rothkupfererz,
2) Kupferlasur nach Rothkupfererz,
3) Steinmark nach Flufs.

e) Oxyde nach Salzen.

1) Brauneisenstein nach Spatheisenstein,
2) - - Ankerit,
3) - - Kalkspath,
4) - - Bitterspath,
5) - - Weiſsbleierz,
6) - - Pyromorphit,
7) - - Baryt,
8) - - Skorodit,
9) - - Würfelerz,
10) Manganit nach Kalkspath,
11) Psilomelan nach Baryt,
12) Psilomelan nach Würfelerz.

Bei allen diesen Fällen ist wohl der elektro-negative Fortschritt augenscheinlich und unzweifelhaft, nämlich bei der Bildung von gewässerten Oxyden und Salzen nach Sulfureten, nach Oxyden, Fluoriden und wasserlosen Salzen.

f) Salze nach Salzen.

1) Gyps nach Anhydrit.

Diese in geognostischer Beziehung wichtige Thatsache, die Entstehung von Gyps an der Oberfläche von Anhydritmassen, gehört offenbar hierher, es ist eine anogene Bildung.

2) Malachit nach Kupferlasur,
3) Malachit nach Kalkspath,
4) Malachit nach Weiſsbleierz,
5) Chrysokolla nach Weiſsbleierz,
6) Kieselzink nach Kalkspath,
7) Kieselzink nach Bitterspath,
8) Meerschaum nach Kalkspath.

Die Malachitbildung nach verschiedenen Carbonaten, die Silicate nach Carbonaten beurkunden die elektronegative Bildungsrichtung.

9) Kieselzink nach Pyromorphit,
10) Pseudotriplit nach Triphylin.

Ein phosphorsaures Lithion verschwindet, um einem neuen Antheil Oxygen und Wasser Platz zu machen.

11) Cimolit nach Augit.

Bei den Silicaten fehlt oft ein bestimmter Anhaltspunkt. Der von Rammelsberg analysirte Cimolit nach Augit von Bilin, zusammengehalten mit einem Augit aus dem Rhöngebirge von Kudernatsch analysirt, nicht mit dem Augit von dem gleichen Fundorte, der nicht analysirt ist, zeigt anstatt der elektro-positiven Basen, Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul, welche verschwanden, Alaunerde und Wasser. Auch Dr. Reuss' Beobachtung eines Oxydationsprocesses in den begleitenden Gesteinen spricht für die anogene Bildung.

12) Serpentin nach Augit,

13) Serpentin nach Amphibol,

14) Serpentin nach Chrysolith.

Die Bildung von Serpentin in Augit und Amphibolformen deutet auf eine chemische Veränderung in elektronegativer Richtung, durch Verlust von Kalkerde, Aufnahme von Magnesia und Wasser; doch bleibt nicht ganz fest, ob er nicht ein positiver Rückstand eines elektronegativen Processes sey, dessen mehr negatives Ergänzungsproduct sich jedoch nachweisen lassen müſste. Dieſs dürfte jedoch mehr der Fall mit dem vielbesprochenen Serpentin nach Chrysolith seyn, obwohl er hier mit aufgeführt ist, da z. B. der von Snarum von krystallinischem Dolomit, einem unzweifelhaft katogenen Körper, begleitet ist.

g) Säuren nach Salzen.

1) Opal nach Kalkspath,

2) Opal (Kieselhydrat) nach Augit.

Diese Bildungen sind wohl unbezweifelbar von anogener Natur, der Oxydation analog.

(Schluſs im nächsten Heft.)

II. *Die Siedhitze der chemischen Verbindungen das wesentlichste Kennzeichen zur Ermittelung ihrer Componenten;*
von S. Schröder.

(Briefliche Mittheilung vom Verfasser.)

Manheim, 27. Mai 1844.

Ich habe das Vergnügen, Ihnen einen Auszug zu übersenden aus meiner Schrift: »Die Siedhitze der chemischen Verbindungen als das wesentlichste Kennzeichen zur Ermittlung ihrer Componenten, nebst vollständigen Beweisen für die Theorie der Molecularvolume der Flüssigkeiten. 1. Theil; enthaltend: Die Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffoxyde. Manheim 1844.«

Ich bin zu höchst merkwürdigen Resultaten gelangt, die sich etwa, wie folgt, aussprechen lassen:

1) Die Aequivalente der organischen Körper haben bei correspondirenden Abständen von ihrer Siedhitze in Gasform gleiches Volum (ich habe wenigstens bis jetzt hievon keine Ausnahme constatiren können), im flüssigen Zustande Volume, welche gleich sind der Summe der Volume ihrer Elemente, und im Verhältnifs einfacher ganzer Zahlen stehen.

Kennt man daher die Elementarzusammensetzung und die Siedhitze einer Substanz, so ist ihr spec. Gewicht gegeben. Kennt man ihre Elementarzusammensetzung und ihre Dampfdichte, so ist ihr Aequivalent gegeben.

2) Die Aequivalente der flüchtigen organischen Körper, so wie sie im Verhältnifs zu den üblichen Atomgewichten der Metalle festgestellt sind, und die Aequivalente aller Componenten, aus welchen sie zusammengesetzt sind, enthalten lauter Doppelatome, und lassen sich daher halbiren.

Die Atomgewichte der meisten Metalle sind also in der That, wie Gerhardt zu beweisen gesucht hat, um das Doppelte zu grofs angenommen in Vergleich zu den Atomgewichten von Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Chlor, Brom, Jod *α*.

3) Wenn die Dampfdichte (oder statt ihrer das Aequivalent), die Elementarzusammensetzung und die Siedhitze einer Substanz gegeben sind, so lassen sich ihre Componenten angeben, so oft dieselbe nicht ohne Analogien ist, d. h. so oft sie nicht Componenten enthält, die bis jetzt noch nicht ermittelt sind, deren Einflufs auf die Siedhitze noch nicht festgestellt werden konnte.

4) Umgekehrt: kennt man die Componenten einer Substanz, so ist gegeben: 1) ihr Aequivalent, 2) ihr Volum in Gasform oder ihre Dampfdichte, 3) ihr Volum in flüssiger Form, oder ihr spec. Gewicht, und 4) ihre Siedhitze.

Ich habe in meiner Schrift den streng wissenschaftlichen Weg auf's deutlichste angegeben, auf welchem diese Resultate gewonnen wurden. Ich nehme mir die Freiheit, diese allgemeinen Resultate in Ihrer geschätzten Zeitschrift zur Kenntnifs des wissenschaftlichen Publicums zu bringen.

A. Die Componenten und die Siedhitze der organischen Verbindungen.

Die Componenten der organischen Verbindungen, die Radicale, welche ich bis jetzt ermitteln konnte, sind sieben; aus ihnen allein ist die gröfsere Anzahl aller bis jetzt auf ihre Siedhitze und auf ihre Dampfdichte (oder ihr Aequivalent) untersuchten Substanzen zusammengesetzt. Sie sind:

1) Das *Hydratwasser* $=(H_4 O_2)$, ein mit dem unorganischen Wasser isomeres Radical.

2) Das *Kohlenoxyd* $=(C_2 O_2)$, das Bikohlenoxyd $=$ $(C_2 O_2)_2$ *α*.

3) Die *Kohlensäure* $=(C_2 O_4)$.

4) Das *Formyl* $=(C_4 H_4)$, Das Biformyl $=(C_4 H_4)_2$, das Triformyl $=(C_4 H_4)_3$, das Tetraformyl, Pentaformyl *a.*

5) Das *Methylen* $=(C_2 H_4)^m$, das Bimethylen $=(C_2 H_4)^m_2$, das Trimethylen $=(C_2 H_4)^m_3$, das Tetramethylen, Pentamethylen *a.*

6) Das *Elayl* $=(C_2 H_4)^e$; ein dem Methylen isomeres Radical, das Biëlayl $=(C_2 H_4)^e_2$, das Triëlayl, $=(C_2 H_4)^e_3$, das Tetraëlayl, Pentaëlayl, Hexaëlayl *a.*

7) Das *Hydrogen* $=(H_4)$, das Bihydrogen $=(H_4)_2$, das Trihydrogen $=(H_4)_3$ u. s. f.

So oft sich eines dieser Radicale mit einer Substanz zu einer neuen Substanz verbindet, wird die Siedhitze jedesmal genau um gleich viel Grade verändert; also z. B. durch das Trimethylen um dreimal so viel Grade, als durch das Methylen, durch das Biformyl um zweimal so viel Grade, als durch das Formyl.

Der Einfluſs der genannten Radicale auf die Siedhitze ist nun folgender:

1) Das *Hydratwasser* $=(H_4 O_2)$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 113°,5.

2) Das *Kohlenoxyd* $=(C_2 O_2)$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 57°.

3) Die *Kohlensäure* $=(C_2 O_4)$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 90°.

4) Das *Formyl* $=(C_4 H_4)$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 52°.

5) Das *Methylen* $=(C_2 H_4)^m$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 21°.

6) Das *Elayl* $=(C_2 H_4)^e$ erhöht die Siedhitze einer Substanz um 17°.

7) Das *Hydrogen* $=(H_4)$ *erniedrigt* die Siedhitze einer Substanz um 3°.

Ich will zur Erläuterung einige Beispiele geben. Ich

behalte die bisher üblichen Aequivalente bei; alle Substanzen sind auf 4 Volum in Gasform bezogen.

Der Holzgeist $=C_2H_8O_2$ siedet bei 60° Kane.

Der Alkohol $=C_4H_{12}O_2$ siedet bei 78°,4 Gay-Lussac.

Der Alkohol ist Elayl-Holzgeist. Seine Siedhitze liegt 17° höher; beobachtet ist 18°.

Das Benzin $=C_{12}H_{12}$ siedet bei 86° Mitscherlich.

Die Retinnaphtha $=C_{14}H_{16}$ siedet bei 108° Walter.

Die Retinnaphtha ist ist Methylen-Benzin; sie siedet um 21° höher; beobachtet ist 22°.

Der Aether $=C_8H_{20}O_2$ siedet bei 35°,7 Gay-Lussac.

Der Kohlensäureäther $=C_{10}H_{20}O_6$ siedet bei 125° bis 126° Ettling.

Der Kohlensäureäther ist das, für was man ihn hält; seine Siedhitze liegt 90° höher, als die Siedhitze des Aethers, beobachtet ist 90°.

Der Kohlensäureäther $=C_{10}H_{20}O_6$ siedet bei 125° bis 126° Ettling.

Der Oxaläther $=C_{12}H_{20}O_8$ siedet bei 183° bis 184°, Dumas und Boullay.

Der Oxaläther ist Kohlenoxyd-Kohlensäureäther; seine Siedhitze liegt 57° höher, als die Siedhitze des Kohlensäureäthers. Beobachtet ist 57° bis 58°.

Der Oxaläther $=C_{12}H_{20}O_8$ siedet bei 183° bis 184° Dumas und Boullay.

Der Aconitäther $=C_{16}H_{24}O_8$ siedet bei 236° Crasso.

Der Aconitäther ist Formyloxaläther; seine Siedhitze liegt 52° höher, als die Siedhitze des Oxaläthers; beobachtet ist 52° bis 53°.

Die Siedhitze der genannten Aetherarten läfst sich also aus der Siedhitze des Aethers berechnen.

Aber es läfst sich auch allgemein die Siedhitze jeder Substanz, deren Componenten gegeben sind, aus der

Siedhitze jeder anderen Substanz, deren Componenten gegeben sind, berechnen. Berechnen wir z. B. die Siedhitze des Tetramethylens $=(C_2H_4)^m_4$ aus der Siedhitze des Benzins, d. i. des Triformyls $=(C_4H_4)_3$. Das Formyl erhöht die Siedhitze um 52°, das Triformyl also um 3×52° = 156°; das Methylen erhöht die Siedhitze um 21°; das Tetramethylen also um 4×21° = 84°. Um die Siedhitze des letzteren aus der Siedhitze des Benzins zu finden, mufs ich daher von der Siedhitze des Benzins = 86° zuerst den Einflufs des Triformyls mit 156° abziehen, und dann den Einflufs des Tetramethylens mit 84° addiren; oder ich mufs den Einflufs der Componenten der Substanz, deren Siedhitze ich aus derjenigen des Benzins berechnen will, addiren zu 86° — 156° = — 70°. Um die Siedhitze aller Substanzen aus derjenigen des Benzins zu berechnen, mufs ich daher von der Summe des Einflusses ihrer Componenten jedesmal 70° abziehen. Die Siedhitze des Tetramethylens berechnet sich hiernach zu 84° — 70° = 40°. Bouchardat hat einen Kohlenwasserstoff $=C_8H_{16}$ beobachtet von der Siedhitze 14°.5, und Caoutchen genannt; dieser ist das Tetramethylen. Die Siedhitze des Tetraëlayls würde aus dem Benzin gefunden, wenn wir von dem Einflufs des Tetraëlayls = 4×17° = 68° wieder 70° abziehen; die Siedhitze des Tetraëlayls wäre daher 68° — 70° = — 2°. Das ist Faraday's Ditetryl $=C_8H_{16}$, welches unter 0° siedet, und bei — 17° condensirt wurde.

Ganz auf die gleiche Weise berechnet sich die Siedhitze der Substanzen z. B. aus dem Alkohol. Der Alkohol $=C_4H_{12}O_2$ ist Biëlayl-Hydrat $=(C_2H_4)^e_2.(H_4O_2)$. Er siedet bei 78°,4 Gay-Lussac. Der Einflufs der Componenten des Alkohols auf die Siedhitze ist 2×17° = 34° für das Biëlayl, und 113°,5 für das Hydratwasser, also im Ganzen 34° + 113°,5 = 147°,5. Diesen Einflufs mufs ich erst von der Siedhitze des Alkohols abziehen, um z. B. die Siedhitze des Benzins oder Tri-

formyls $=(C_4H_4)_3$, zu berechnen. Ich mufs allgemein von dem Einflusse der Componenten der Substanz, deren Siedhitze aus derjenigen des Alkohols berechnet werden soll, noch 147°,5 — 78°,4 = 69°,1 abziehen; also sehr nahe eben so viel, wie bei dem Benzin. Die Siedhitze des Benzins findet man hiernach aus dem Alkohol zu 3×52° = 156° für das Triformyl, weniger 69°, d. i. zu 156° — 69° = 87°. Beobachtet ist 86°.

Auf die angegebene Weise ist die berechnete Siedhitze für alle im Nachfolgenden anzuführenden Substanzen gefunden: indem jedesmal von der Summe des Einflusses der Componenten 70° bis 71° abgezogen werden. Der Einflufs der Componenten auf die Siedhitze, wie er oben angegeben ist, findet sicher nicht in runden Zahlen nach ganzen Graden statt. Aber die Bruchtheile von Graden ihres Einflusses können aus den bisherigen Beobachtungen unmöglich ermittelt werden, da dieselben weder genau genug sind, um auf Bruchtheile von Graden Sicherheit zu geben, noch sich auf einen völlig gleichen Barometerstand beziehen. Der Einflufs jener nicht bekannten Bruchtheile wird jedoch in den seltensten Fällen die berechnete Siedhitze um mehr als Einen Grad afficiren, da er meistens mehr oder weniger compensirt wird. Die Rechnung schliefst sich daher den Beobachtungen nahe exact an, meist nur bis auf Einen Grad Differenz, wenn man wegen des Einflusses jener unbekannten Bruchtheile, und des ungleichen Barometerstandes einen Spielraum von Einem Grade läfst, und also jedesmal 70° bis 71° abzieht von der nach obigen Zahlen berechneten Summe des Einflusses aller Componenten einer jeden Substanz.

Wie die Componenten einer Substanz zu finden sind, das kann ich hier nicht angeben; ich mufs in diesem Betreff auf die ausführliche Darlegung des Weges dazu in meiner Schrift verweisen. Hier will ich jedoch die Substanzen, deren Componenten ich glaube ermittelt

zu haben, mit Angabe ihrer berechneten und beobachteten Siedhitze anführen. Es versteht sich, dafs ihre Aequivalente stets so genommen sind, dafs sie 4 Volum in Gasform ausmachen. Sie ordnen sich in Reihen von merkwürdiger Regelmäfsigkeit und Einfachheit; und ich kann die Existenz einer Menge von Gliedern dieser Reihen, welche noch nicht beobachtet sind, mit genauer Angabe ihrer Siedhitze, ihres specifischen Gewichts und ihrer Dampfdichte vorhersagen.

I. Hydrate.

1) Säuren.

1) *Ameisensäurehydrat* $= C_2 H_4 O_4$ ist Kohlenoxydhydrat.

$(C_2 O_2).(H_4 O_2)$.

Siedh. ber. $= 100°,5$ bis $101°,5$.

\- beob. $= 98°,5$ Liebig; $100°$ Bineau.

2) *Essigsäurehydrat* $= C_4 H_8 O_4$ ist Methylen-Kohlenoxyd-Hydrat.

$(C_2 H_4)^m.(C_2 O_2).(H_4 O_2)$.

Siedh. ber. $= 120°,5$ bis $121°,5$.

\- beob. $= 120°$ Dumas.

3) *Buttersäurehydrat* $= C_8 H_{16} O_4$ ist Trimethylen-Kohlenoxydhydrat.

$(C_2 H_4)^m_3.(C_2 O_2).(H_4 O_2)$.

Siedh. ber. $= 162°,5$ bis $163°,5$.

\- beob. $= 164°$ Pelouze.

4) *Valeriansäurehydrat* $= C_{10} H_{20} O_4$ ist Bimethylen-Biëlayl-Kohlenoxydhydrat.

$(C_2 H_4)^m_2.(C_2 H_4)^e_2.(C_2 O_2).(H_4 O_2)$.

Siedh. ber. $= 175°,5$ bis $176°,5$.

\- beob. $= 175°$ Dumas und Stafs.

5) *Bernsteinsäurehydrat* $= C_8 H_{12} O_8$ ist Bimethylen-Kohlenoxyd-Kohlensäurehydrat.

$(C_2 H_4)^m_2.(C_2 O_2).(C_2 O_4).(H_4 O_2)$.

Siedh. ber. $=231^\circ,5$ bis $232^\circ,5$.
- beob. $=235^\circ$ d'Arcet.

Diese Säuren sind, wie wir sehen, Polymethylen-Kohlenoxydhydrate, in welchen jedoch zuweilen das Methylen in Elayl umgesetzt ist, wie in der Valeriansäure theilweise. Die Bernsteinsäure ist eine Verbindung der zwischen Essigsäure und Buttersäure liegenden nicht beobachteten Verbindung mit Kohlensäure.

2) Alkohole.

1) *Holzgeist* $= C_2 H_8 O_2$ ist Elaylhydrat.

$$(C_2 H_4)^{\bullet}.(H_4 O_2).$$

Siedh. ber. $=59^\circ,5$ bis $60^\circ,5$.
- beob. $=60^\circ$ Kane.

2) *Alkohol* $= C_4 H_{12} O_2$ ist Biëlaylhydrat.

$$(C_2 H_4)^{\bullet}_2.(H_4 O_2).$$

Siedh. ber. $=76^\circ,5$ bis $77^\circ,5$.
- beob. $=78^\circ,4$ Gay-Lussac.

3) *Kartoffelfuselöl* oder *Amyloxydhydrat* $= C_{10} H_{24} O_2$ ist Methylen-Tetraëlaylhydrat.

$$(C_2 H_4)^{m}.(C_2 H_4)^{\bullet}_4.(H_4 O_2).$$

Siedh. ber. $=131^\circ,5$ bis $132^\circ,5$.
- beob. $=132^\circ$ Cahours.

Die Alkohole sind, wie wir sehen, Polyëlaylhydrate, in welchen jedoch zuweilen, wie bei dem Kartoffelfuselöl, das Elayl theilweise in Methylen umgesetzt ist. Diese Umsetzung von Methylen in Elayl und umgekehrt, ist, wie ich zeigen zu können glaube, eine der allgemeinsten Erscheinungen.

II. Aetherarten.

Erste Reihe.

1) *Ameisensaures Methyloxyd* $= C_4 H_8 O_4$ ist Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 O_2)_2.(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=37^\circ$ bis 38°.
- beob. $=36^\circ$ bis 38° Dumas u. Peligot.

2) *Essigsaures Methyloxyd* $= C_6 H_{12} O_4$ ist Methylen-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^m . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh. ber. = 58° bis 59°.
- beob. = 58° Dumas.

3) *Buttersaures Methyloxyd* $= C_{10} H_{20} O_4$ ist Trimethylen-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^m_3 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh. ber. = 100° bis 101°.
- beob. = 102° Pelouze und Gélis.

Diese Abtheilung oder Reihe ist dadurch charakterisirt, dafs an die Stelle des Hydratwassers $= H_4 O_2$ der entsprechenden Säure jedesmal $(C_2 O_2).(H_4)_2$, d. i. Kohlenoxyd-Bihydrogen tritt; dieses sind aber die Elemente des Holzgeistes, welche daher eine Umsetzung erfahren, indem sich derselbe mit der wasserfreien Säure verbindet.

Zweite Reihe.

1) *Ameisensaures Aethyloxyd* $= C_6 H_{12} O_4$ ist Elayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^e . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh. ber. = 54° bis 55°.
- beob. = 53° Liebig.

2) *Essigsaures Aethyloxyd* $= C_8 H_{16} O_4$ ist Methylen-Elayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^m . (C_2 H_4)^e . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh. ber. = 75° bis 76°.
- beob. = 74° Dumas.

3) *Buttersaures Aethyloxyd* $= C_{12} H_{24} O_4$ ist Methylen-Triëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^m . (C_2 H_4)^e_3 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh. ber. = 109° bis 110°.
- beob. = 110° Pelouze u. Gélis; Lerch.

4) *Valeriansaures Aethyloxyd* $= C_{14} H_{28} O_5$ ist Trimethylen-Biëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2 H_4)^m_3 . (C_2 H_4)^e_2 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 .$$

Siedh.

Siedh. ber. $=134^{\circ}$ bis 135°.
- beob. $=133^{\circ},5$ Otto.

Diese Abtheilung oder Reihe ist dadurch charakterisirt, dafs jedesmal Elayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen

$$=(C_2H_4)^{\circ}.(C_2O_2).(H_4)_2$$

an die Stelle des Hydratwassers $=(H_4O_2)$ der Säure tritt.

Im buttersauren Aethyloxyd sind zugleich 2 Aeq. Methylen der Säure in Elayl umgesetzt; in valeriansauren Aethyloxyd, ein Aequiv. Elayl der Säure in Methylen. Es verbindet sich in dieser Reihe der Alkohol mit der wasserfreien Säure, aber die Bestandtheile des Holzgeistes, welchen der Alkohol enthält, erleiden dieselbe Umsetzung, wie in der vorigen Reihe. Ein Aeq. Elayl des Alkohols geht unverändert in die Verbindung ein.

Diese Aetherarten sind Verbindungen von Holzäther mit den wasserfreien Säuren.

Dritte Reihe.

1) *Holzäther* $=C_4H\ _2O_2$ ist Elayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2H_4)^{\circ}.(C_2O_2).(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=-2^{\circ}$ bis -3°.
- beob. unter 0° Dumas.

2) *Aether* $=C_8H_{20}O_2$ ist Methylen-Biëlayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2H_4)^{m}.(C_2H_4)^{\circ}_2.(C_2O_2).(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=35^{\circ}$ bis 36°.
- beob. $=35^{\circ},7$ Gay-Lussac.

Der Holzäther entsteht aus dem Holzgeist auf die nämliche Weise, wie der Essigholzäther aus dem Essigsäurehydrat. Im letzteren Falle tritt Kohlenoxyd-Bihydrogen an die Stelle des Hydratwassers der Säure; im ersteren Falle tritt Kohlenoxyd-Bihydrogen an die Stelle des Hydratwassers im Holzgeist.

Der Aether entsteht aus dem Alkohol auf ganz ähnliche Weise, wie der Essigäther aus dem Essigsäurehydrat. Im letzteren Falle tritt Elayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen an die Stelle des Hydratwassers der Säure; der Aether entsteht aus dem Alkohol, indem Methylen-Kohlenoxyd-Bihydrogen an die Stelle des Hydratwassers im Alkohol tritt.

Ich enthalte mich bei Darstellung dieser Relationen aller weiteren chemischen Betrachtungen, die sich in Fülle darbieten, um nicht auf ein ganz anderes Feld der Untersuchung zu gerathen.

Vierte Reihe.

1) *Kohlensäureäther* $= C_{10} H_{20} O_6$ ist Methylen-Bielayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen-Kohlensäure.
$(C_2 H_4)^m . (C_2 H_4)^e_2 . (C_2 O_2) . (H_4)_2 . C_2 O_4)$.
Siedh. ber. $= 125^0$ bis 126^0.
- beob. $= 125^0$ bis 126^0 Ettling; 125^0 Cahours.

2) *Oxaläther* $= C_{12} H_{20} O_8$ ist Methylen-Biëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen-Kohlensäure.
$(C_2 H_4)^m . (C_2 H_4)^e_2 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 . (C_2 O_4)$.
Siedh. ber. $= 182^0$ bis 183^0.
- beob. $= 183^0$ bis 184^0 Dumas u. Boullay.

3) *Aconitäther* $= C_{16} H_{24} O_8$ ist Methylen-Biëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen-Formyl-Kohlensäure.
$(C_2 H_4)^m . (C^e_2 H_4)_2 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 . (C_4 H_4) . (C_2 O_4)$.
Siedh. ber. $= 234^0$ bis 235^0.
- beob. $= 236^0$ Crasso.

4) *Bernsteinäther* $= C_{18} H_{28} O_8$ ist Pentaëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen-Kohlensäure.
$(C_2 H_4)^e_5 . (C_2 O_2)_2 . (H_4)_2 . (C_2 O_4)$.
Siedh. ber. $= 212^0$ bis 213^0.
- beob. $= 214^0$ d'Arcet; 214^0 Fehling.

Diese Reihe ist dadurch charakterisirt, dafs jedes-

mal der Aether selbst unverändert mit der wasserfreien Säure in Verbindnng tritt. Nur im Bernsteinäther ist sowohl das Methylen des Aethers als das Methylen der Säure in Elayl umgesetzt.

Fünfte Reihe.

1) *Essigsaures Amyloxyd* $=C_{14}H_{28}O_4$ ist Methylen-Tetraëlayl-Bikohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2H_4)^m.(C_2H_4)^e_4.(C_2O_2)_2.(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=126°$ bis $127°$.

- beob. $=125°$ Cahours.

In dieser Aetherart tritt das Kartoffelfuselöl mit der wasserfreien Säure in Verbindung, jedoch so, dafs der Holzgeist, das Elaylhydrat im Kartoffelfuselöl, dieselbe Umsetzung in Kohlenoxyd-Bihydrogen erleidet, wie in den drei ersten Reihen. Es tritt also Tetraëlayl-Kohlenoxyd-Bihydrogen an die Stelle des Hydratwassers der Säure; zugleich setzt sich, wie man sieht, das Methylen des Kartoffelfuselöls in Elayl um.

Sechste Reihe.

1) *Benzoësaures Methyloxyd* $=C_{16}H_{16}O_4$ ist Methylen-Triformyl-Kohlensäure.

$$(C_2H_4)^m.(C_4H_4)_3.(C_2O_4).$$

Siedh. ber. $=196°$ bis $197°$.

- beob. $=198°,5$ Dumas und Boullay.

2) *Benzoësaures Aethyloxyd* $=C_{18}H_{20}O_4$ ist Biëlayl-Triformyl-Kohlensäure.

$$(C_2H_4)^e_2.(C_4H_4)_3.(C_2O_4).$$

Siedh. ber. $=209°$ bis $210°$.

- beob. $=209°$ Dumas und Boullay.

3) *Salicylsaures Methyloxyd*, Oel der *Gaulthiera procumbens*, $=C_{16}H_{16}O_6$ ist Bimethylen-Biformyl-Kohlenoxyd-Kohlensäure.

$$(C_2H_4)^m_2.(C_4H_4)_2.(C_2O_2).(C_2O_4).$$

Siedh. ber. $=222^{0}$ bis 223^{0}.
- beob. $=222^{0}$ Cahours.

4) *Zimmtsaures Aethyloxyd* $=C_{22}H_{24}O_{4}$ ist Biëlayl-Tetraformyl-Kohlensäure.

$$(C_2H_4)_2^{\bullet}.(C_4H_4)_4.(C_2O_4).$$

Siedh. ber. $=261^{0}$ bis 262^{0}.
- beob. $=260^{0}$ Marchand.

Diese Aetherarten entstehen, indem sich ein oder zwei Aequivalente Elayl des betreffenden Alkohols unmittelbar mit der Säure verbinden, oder sich auch dabei in Methylen umsetzen, wie im benzoësauren und salicylsauren Methyloxyd; aber die Componenten der Säure selbst erleiden dabei eine Umsetzung.

Der Benzoëäther ist eine Verbindung des Biëlayls des Alkohols mit Benzinkohlensäure, den Elementen der Benzoësäure; aber die Benzoësäure ist nicht Benzinkohlensäure. Der Zimmtäther ist eine Verbindung des Biëlayls des Alkohols mit Cinnaminkohlensäure; aber die Zimmtsäure ist nicht Cinnaminkohlensäure.

Die Constitution dieser Säuren ist *nicht* die ihrer Elemente in dem Aether; aber *welches* ihre Constitution ist, das habe ich bis jetzt nicht aufgefunden. Sie enthalten wahrscheinlich ein Radical, welches mir noch unbekannt ist.

Siebente Reihe.

1) *Oel aus Mentha pulegium* $=C_{20}H_{32}O_{2}$ ist Triëlayl-Triformyl-Kohlenoxyd-Bihydrogen.

$$(C_2H_4)_3^{\bullet}.(C_4H_4)_3.(C_2O_2).(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=187^{0}$ bis 188^{0}.
- beob. $=182^{0}$ bis 188^{0} Kane.

2) *Campher* $=C_{20}H_{32}O_{2}$ ist Elayl-Tetraformyl-Kohlenoxyd-Trihydrogen.

$$(C_2H_4)^{\bullet}.(C_4H_4)_4.(C_2O_2).(H_4)_3.$$

Siedh. ber. $=202^{0}$ bis 203^{0}.
- beob. $=204^{0}$ Dumas.

Diese Aetherarten entstehen wahrscheinlich durch unmittelbare Oxydation von Kohlenwasserstoffen, indem nur an die Stelle eines Aeq. Elayl oder Methylen derselben Kohlenoxyd tritt. Der Campher entsteht auf diese Weise aus dem Menthen. Wahrscheinlich entstehen auch mehrere der vorher genannten Aetherarten auf die gleiche Weise aus Kohlenwasserstoffen.

(Schlufs im nächsten Heft.)

III. *Ueber die Thermo-Elektricität der Metalle und metallischen Mineralien (Erze);* *von Dr. Hankel.*

Zu diesen Versuchen veranlafsten mich einmal die von Emmet angestellten und in Dove's Repertorium, Bd. I S. 344 ff., mitgetheilten Versuche, theils der Gedanke, ob es nicht möglich sey, eine wirksame thermo-elektrische Kette aus verschiedenen Metallen zu construiren, auch wenn alle Verbindungsstellen dieselbe Temperatur hätten. An dem angeführten Orte sind die Versuche Emmet's in einer Tabelle mitgetheilt. Emmet legte ein heifses Metall entweder gegen ein gleichartiges kaltes oder gegen ein verschiedenartiges kaltes.

Was die Ströme betrifft, welche entstehen, wenn ein heifses Metall an ein anderes verschiedenartiges kaltes gelegt wird, so erhielt Emmet oft entgegengesetzte Ströme, je nachdem er das eine von beiden erhitzte, oder das andere. Es geschah diefs in folgenden Fällen:

1) bei Antimon in Berührung mit allen von ihm angewandten Metallen;
2) bei Eisen gegen Platin [1]).

1) D. h. während in Berührung heifses Platin — und kaltes Eisen + war, fand er heifses Eisen + und kaltes Platin —. Das von ihm

3) bei Silber gegen Zink;

4) bei Silber gegen Eisen;

5) bei Kupfer gegen Eisen.

Nach allen meinen vielfach angestellten Versuchen finden aber solche entgegengesetzten Ströme, je nachdem das eine oder das andere Metall erwärmt wird, nicht statt. Es ist vollkommen gleichgültig, ob man z. B. heifses Eisen gegen kaltes Silber oder heifses Silber gegen kaltes Eisen legt, wenn nur beide Male die Temperaturen dieselben sind. Hierin liegt aber eben das Versehen Emmet's; er hat nicht auf die Verschiedenheit der Temperatur geachtet, sondern hat in den Fällen 2 bis 5 bei dem einen Versuch eine niedrige, bei den andern eine hohe Temperatur angewandt. Nun geben aber die in 2 bis 5 angeführten Metalle eine Umkehrung des Stromes, je nachdem die Temperatur hoch oder niedrig ist; Emmet mufste also auch die Umkehrung erhalten. An zwei Stellen findet sich diefs auch durch einen Zusatz bestätigt; so steht neben dem Versuch »heifses Eisen gegen kaltes Platin« die Bemerkung Rothgluth, und bei »heifsem Kupfer gegen Eisen die Bemerkung »in der Flamme,« während die umgekehrten Versuche, bei denen nichts bemerkt ist, bei weniger hohen Temperaturen angestellt sind. Was das Antimon in No. 1 betrifft, so erhielt er, wenn das Antimon erhitzt war, einen Strom, wobei Antimon bald +, bald — war; am öftersten und stärksten glaubt er einen entgegengesetzten Strom erhalten zu haben gegen den, bei welchem Antimon kalt und

angewandte Platin mufs jedoch seine Stellung zwischen Zink und Eisen gehabt haben, da wo in der weiterhin folgenden Tabelle das Platin vom Ural steht (oder in Seebeck's Abhandlung das Platin No. 4); dieses allein mufs mit Eisen eine Umkehrung geben; jedes über dem Zink stehende Platin giebt mit Eisen keine Umkehrung, wie meine Versuche weiterhin zeigen, und auch die von Pouillet bis zu einem Temperaturunterschiede von 1000° angestellten (bei 400° bis 800° zeigte sich nur eine Schwächung der Zunahme). *Compt. rend. hebd. Vol. III p.* 788. (Dies. Ann. Bd. XXXIX S. 576.)

das andere Metall erhitzt war. Der Versuch Emmet's mit dem Antimon ist also unsicher. Wahrscheinlich rührte die Umkehrung von Verunreinigungen des Antimons her; ich habe bei Anwendung von Antimon, das durch Schmelzen mit Salpeter gereinigt war, nie einen entgegengesetzten Strom erhalten, ich mochte einen Punkt der Antimonstange auswählen, welchen ich wollte, während diefs bei dem von Emmet angewandten Antimon stattfand.

Da Cumming mittelst des Bleiglanzes und Graphits thermo-elektrische Ströme erhalten hatte, so lag es nahe, die übrigen metallischen Mineralien zu versuchen. Marchand.[1]) hat noch von Nichtmetallen den Braunstein und die Kohle, wie sie durch Zersetzung des Kohlenwasserstoffs bei der Gasfabrication sich ausscheidet, hinzugefügt. — Ich gebrauchte dabei das schon von Seebeck angewandte Verfahren. Der Bequemlichkeit wegen hatte ich zwei Kupferplatten von der einen Seite aus in viele dünne Streifen schneiden lassen, die auf der andern Seite aber noch zusammenhingen; die eine Platte war nun mit dem einen Draht eines empfindlichen Galvanometers und die andere mit dem andern verbunden. An jedem solcher Streifen war dann mittelst einer Schraube oder Klemme ein Metallstreifen oder Draht, der zur Untersuchung dienen sollte, befestigt, und zwar an beiden Platten eine ganz gleiche von demselben Stück und in derselben Ordnung. Hatte ich von dem zu untersuchenden Metall oder Mineral nur ein kleines Stückchen (oder einen Krystall), so legte ich dasselbe, wenn es z. B. gegen Platin geprüft werden sollte, auf den einen Platinstreifen, und drückte dann den andern erwärmten Platinstreifen auf das Mineral. War der Krystall (oder die derbe Masse) nicht frei, sondern safs auf und zwischen andern Gesteinen, so drückte ich mit der linken Hand den einen Platinstreif gegen eine Stelle desselben, und mit der rechten den andern erhitzten Streifen ge-

1) Journal für practische Chemie, Bd. 29 S. 495.

gen eine andere. Wollte dieses Verfahren keine recht kräftigen Ströme geben, so legte ich beide Metalle an verschiedenen Stellen kalt an, und drückte dann einen mehr oder weniger erhitzten Platinspatel auf den einen Metallstreif, so daſs dieser sich erwärmte. Diese Methode ist besonders dann sehr zweckmäſsig, wenn der heiſse Metallstreif sehr dünn ist, also nicht fest an den Krystall angedrückt werden kann (da man ihn erst in einiger Entfernung vom erhitzten Ende halten kann), und nur wenig Wärme mitzutheilen vermag. Auf genaues Aufliegen, namentlich des erhitzten Streifens, kommt sehr viel an. Um nicht durch Beimengungen und Unterbrechungen der leitenden Masse gestört zu werden, wandte ich, wo ich es nur immer konnte, Krystalle an; es genügt völlig, wenn sie die Gröſse eines Stecknadelknopfs haben.

Die von mir untersuchten Körper finden sich in der folgenden Tabelle, in welcher jeder Körper negativ gegen jeden folgenden ist, und umgekehrt positiv gegen jeden vorhergehenden. Wenn viele derselben zwischen zwei Metalle fielen, oder gar auſserhalb des Wismuths und des Antimons, so war es unmöglich ihre Stelle gegen einander genau zu bezeichnen. Um dieſs anzudeuten, sind die z. B. gegen Wismuth negativen Körper durch eine Klammer zusammengefaſst. So viel es möglich war, habe ich die in einer Klammer stehenden Körper nach der Stärke des Ausschlags, den sie gegen die zunächst liegenden Metalle gaben, geordnet; dieses Mittel ist indeſs unsicher, weil die Leitungsfähigkeit für Elektricität, und die Wärme des aufgelegten heiſsen Drahtes nicht immer genau dieselben seyn konnten. Die Stellung aller in einer Klammer befindlichen Körper gegen die zunächst auſser derselben stehenden ist völlig bestimmt. Wo keine Bemerkung hinzugefügt, ist mir der Fundort unbekannt geblieben.

Negativ bei geringem Temperaturunterschiede.

Kupferkies von Neudorf und vom Meiseberge.
Weifsgültigerz von Bräunsdorf.
Tellursilber vom Altai.
Schrifterz von Offenbanya.
Tesseralkies von Modum.
Arsenikkies von Freiberg.
Arsenikalkies (Arsenosiderit) von Reichenstein.
Glaserz.
Selenblei aus Tilkerode.
Bleiglanz.
Glanzkobalt (Octaëder mit kleinen Würfelflächen wahrscheinlich von Tunaberg.
Blättertellur No. 1 von Nagyag in Siebenbürgen.
Eisenglanz vom St. Gotthardt.
Pyrolusit von Ilmenau.
Schwefelkies, zwei Würfel mit abgestumpften Ecken von unbekanntem Fundort, und ein Octaëder mit kleinen Würfelflächen aus Tyrol.
Magneteisenerz.
Natriummetall.
Kaliummetall.

Gediegen Wismuth aus Schweden und aus dem Erzgebirge.
Wismuth, käufliches.

Gediegen Tellur von Facebay in Siebenbürgen.
Speiskobalt aus dem Erzgebirge.
Weifsnickelkies von Schneeberg.
Nickel, poröses, wie es im Handel vorkommt.
Kobalt, an einer Smalteschlacke sitzend.

Nickel, festes.

Palladium von Wollaston dargestellt (Hrn. Prof Schweigger gehörig).
Blättertellur No. 2 von Nagyag in Siebenbürgen.
Meteoreisen von Krasnojarsk, und ein anderes kleines Stück von unbekanntem Ursprung.

Negativ bei geringem Temperaturunterschiede.

Quecksilber, aus Zinnober dargestellt.
Platin No. 1, zwei Bleche.
Gold, aus der Apotheke des hiesigen Waisenhauses, gebraucht zur Darstellung der sogenannten Goldtinctur, mit Eisenvitriol gefällt, und mit etwas Borax umgeschmolzen.
Messing.
{ Schwefelkies (Würfel mit abgestumpften Ecken) aus Piemont.
Arseniknickel. }
Kupfer No. 2, ein Blech.
{ Amalgam von Moschellandsberg.
Meteoreisen aus Kamtschatka. }
Zinn.
Blei.
Legirung aus halb Zinn und halb Blei.
{ Gediegen Gold aus Siebenbürgen und Ungarn.
Gediegen Silber (baumförmig) von Freiberg, und (drahtförmig) von Kongsberg.
14karätiges Gold.
Rhodium von Wollaston dargestellt (Hrn. Prof. Schweigger gehörig). }
Kupfer No. 1, ein Draht.
12löthiges Silber (ein kleiner Löffel).
Platin No. 2, ein Spatel.
{ Iridium, eine dichte Masse.
Antimonialsilber in gediegen Arsenik von Andreasberg. }
Zink.
Silber No. 2.
Gediegen Silber aus dem Erzgebirge (derbe Platte).
Silber No. 1.

Negativ bei geringem Temperaturunterschiede.

Galvanisches Kupfer (in dem von Kobell angegebenen Apparate dargestellt).
Gegiegen Kupfer aus Sibirien, Cornwall, Sterzing in Tyrol.

Gediegen Iridium aus der Goldwäsche von Küschtüm am Ural (Gouvernement Perm).
Graphit.
Nickelglanz aus Lobenstein.

Rose'sches leichtflüssiges Metall.

Rohes Platin vom Ural (Demidoff'sche Grube).
Osmium-Iridium vom Ural.

Cadmium.

Eisen.

Magnetkies von Bodenmais in Bayern.
Kupferglanz von Redruth in Cornwall.
Gediegen Arsenik von Andreasberg.
Kobaltwismuth von Schneeberg.

Antimon.

Gediegen Antimon von Allemont aus Dauphinée.

Wismuthkupfer von Willichen im Schwarzwalde.
Kupferglanz vom Ural.
Buntkupfererz, krystallisirt, von Redruth in Cornwall.
Graueisenkies, Krystalle.
Glanzkobalt (Würfel), von Tunaberg.
Schwefelkies aus Elba und Piemont (Grube Traversella), Pentagonaldodekaëder mit Dyakisdodekaëder.

Positiv.

Aus der vorstehenden Tabelle läfst sich wohl der Schlufs ziehen, dafs aufser der Familie der Metalle wohl sämmtliche Glanze und Kiese thermo-elektrische Ströme geben; den so eben genannten schliefsen sich noch der Graphit und einige der Metalloxyde an. Von den Blenden erhielt ich bis jetzt keinen Strom, obwohl ich beim

Rothgültigerz einmal den angelegten Metallstreifen so stark erhitzt hatte, dafs der angewandte Krystall anfing zu schmelzen; eben so wenig erhielt ich bei der Zinkblende einen Strom.

Vergleicht man die in obiger Tabelle angeführten Körper in Hinsicht auf ihre Stellung in der thermo-elektrischen Reihe, und ihre chemische Zusammensetzung, so zeigt sich bald, dafs nur in wenigen Fällen sich aus der chemischen Zusammensetzung die Stellung in der Reihe erklären läfst (z. B. beim Meteoreisen, Arseniknickel). Im Allgemeinen bestimmen die physikalischen Eigenschaften die Stellung der Körper, und in den so eben angeführten Fällen möchten vielleicht nur deshalb die chemischen Eigenschaften von Einflufs zu seyn scheinen, weil sie mit den physikalischen parallel gehen. So ist die Krystallgestalt von bedeutendem Einflufs; ein Octaëder von Glanzkobalt steht über dem Wismuth, ein Würfel desselben Minerals unter dem Antimon; die verschiedenen Formen des zweifach Schwefeleisens nehmen sehr verschiedene Stellen ein; die Würfel und Octaëder des Schwefelkieses stehen ziemlich hoch in der Reihe, die vorzugsweise hemiëdrische Form desselben und die prismatische des Graueisenkieses dagegen sehr tief. Die Stellung des Rose'schen leichtflüssigen Metallgemisches läfst sich aus der chemischen Zusammensetzung nicht erklären, und eben so wenig, warum ein Theil der Schwefelverbindungen sich über das Wismuth, der andere aber unter das Antimon oder das Eisen stellt.

Sucht man diejenigen Eigenschaften auf, welche alle in obiger Tabelle angeführten Körper gemein haben, so sind es, aufser der krystallinischen Form, noch der vollkommene Metallglanz und die Undurchsichtigkeit; diese scheinen also mit den Bedingungen zur Erzeugung thermoelektrischer Ströme genau zusammenzuhängen.

Merkwürdig ist es, dafs das in der Natur vorkommende gediegene Kupfer sich durchaus eben so verhält,

wie das durch Elektricität dargestellte, oder durch Eisen und Zink niedergeschlagene. — Während die Krystalle des Eisenglanzes vom St. Gotthardt starke elektrische Ströme zeigten, vermochte ich bis jetzt aus den Krystallen von Elba keine Ströme zu erhalten, die freilich auch in Form und Glanz etwas verschieden sind (die Krystalle vom St. Gotthardt waren niedrige sechsseitige Tafeln). Eben so erhielt ich keinen Strom durch die reinen Pentagonaldodekaëder des Schwefelkieses. Es kann diefs letztere indefs in Zufälligkeiten der angewandten Krystalle seinen Grund haben.

Werden die Metalle und metallischen Mineralien, die es ihrer Zusammensetzung wegen erlauben [1]), stärker erhitzt, so ändern viele derselben ihre Stellung gegen einander, und bei Temperaturen, die bis zur Glühhitze gehen (oder wenn die angeführten Metalle diese ohne zu schmelzen nicht aushalten, bis in die Nähe ihres Schmelzpunktes) wird die Reihe folgende. Ich schreibe die Reihe bei niedrigeren Temperaturunterschieden nochmals dabei, um die Aenderungen leichter übersehen zu können.

Bei geringem Temperaturunterschiede	Bei gröfserem Temperaturunterschiede
negativ.	
Wismuth	Wismuth
Neusilber	Kobalt
Nickel (festes oder dichtes)	Neusilber
Kobalt	Platin No. 1
Platin No. 1 (Blech)	Nickel, festes
Gold	Arseniknickel
Messing	Messing
Arseniknickel	Gold
Kupfer No. 2	Zinn

1) Das anzuwendende Stück mufs natürlich auch die nöthige Länge haben; der Mangel derselben war in sehr vielen Fällen den Versuchen hinderlich.

Bei geringem Temperaturunterschiede	Bei gröfserem Temperaturunterschiede
negativ.	
Zinn	Blei
Blei	Kupfer No. 2
Kupfer No. 1 (Draht)	Platin No. 2
12löthiges Silber	12löthiges Silber
Platin No. 2 (Spatel)	Eisen
Zink	Kupfer No. 1
Silber No. 2	Silber No. 2 *)
Silber No. 1	Galvanisches Kupfer
Galvanisches Kupfer	Silber No. 1
Cadmium	Zink *)
Eisen	Cadmium
Antimon	Antimon.
positiv.	

Es stellt sich aus obigen Versuchen streng das Gesetz heraus, dafs *wenn ein Metall gegen ein anderes eine Umkehrung zeigt, jedes der dazwischen liegenden Metalle gegen das eine oder das andere der ersteren Metalle ebenfalls eine Umkehrung zeigen mufs.* So wenn z. B. Eisen gegen Kupfer No. 1 eine Umkehrung zeigt, so müssen das dazwischen liegende 12löthige Silber, Platin No. 2, Zink, Silber No. 2, Silber No. 1, galvanisches Kupfer und Kadmium entweder gegen Eisen ebenfalls eine Umkehrung zeigen, oder wenn diefs nicht der Fall ist, gegen Kupfer No. 1. Gegen Eisen kehren sich nun um die fünf zuletzt genannnten; gegen Kupfer No. 1 dagegen die ersten zwei. Zugleich ergiebt sich hieraus, dafs ein thermoelektrischer Strom bei gleicher Temperatur aller Verbindungsstellen der verschiedenen Metalle unmöglich wird, weil für jede beliebigen Temperaturunterschiede das Gesetz streng zu gelten scheint, dafs der durch zwei in der obigen Reihe nicht unmittelbar auf einander folgende Metalle erzeugte Strom gleich ist der Summe aller

*) Die Umkehrung bei Silber und Zink erfolgt schon bei geringer Hitze.

dazwischen liegenden. Ich hoffe das Gesetz bald strenger nachweisen zu können, wenn ich die schon im Jahre 1842 angefangenen, aber leider durch eine sehr lange Krankheit unterbrochenen Messungen der thermo-elektrischen Ströme werde beendigt haben. Dann werde ich auch die Veränderungen noch genauer mittheilen, welche die obigen Reihen erleiden, wenn man die Temperaturunterschiede immer von 100° zu 100° wachsen läfst. Während z. B. die oben zuerst mitgetheilte Reihe für Temperaturdifferenzen von 100° gilt, ändert sie sich für weitere 100° nur darin, dafs das Zink unter das Silber tritt; erst bei höheren Temperaturdifferenzen treten dann auch die Umkehrungen ein.

IV. *Ueber den Zusammenhang der Formeln, welche die Wärmeentwicklung durch den elektrischen und durch den galvanischen Strom bestimmen; von K. W. Knochenhauer.*

Nachdem ich die Formeln für die Wärmeentwicklung bei der Entladung der Batterie gefunden hatte, war mein Augenmerk unausgesetzt auf ihren Zusammenhang mit den für den galvanischen Strom geltenden Formeln gerichtet, da ich mich bei aller anscheinenden Verschiedenheit derselben doch nicht davon überzeugen konnte, dafs beide Ströme, abgesehen von der freien Spannung, die beim elektrischen stattfindet, in ihren sonstigen Eigenschaften von einander abweichen sollten. Ausgehend hierbei von der Bemerkung, die ich meiner letzten Mittheilung als Zusatz angefügt habe, wonach die gleich geladene Batterie bei allen Veränderungen des Schliefsungsdrahtes dasselbe Wärmequantum liefert, mufste ich zunächst in den galvanischen Formeln, sofern nämlich die

Angaben des Multiplicators zugleich als Angaben für die Wärmeentwicklung gelten sollten, einen Fehler vermuthen. Denn setzt man in einer galvanischen Kette bei einem Widerstande $=1$ die Stromstärke $=C$, und bezeichnet den Widerstand der constanten Schliefsung mit W, eines variablen Theils dagegen mit w, so folgt die Stromstärke I aus:

$$I=\frac{C}{W+w}.$$

Eliminirt man aber w und fügt dafür eine beliebige Anzahl Zweigbahnen ein, deren Widerständ w', w'', w''' ... seyen, setzt man ferner zur Abkürzung $\frac{1}{w'}=v'$, $\frac{1}{w''}=v''$ u. s. w., so ist die Stromstärke in einer beliebigen Zweigbahn, die den Index r habe:

$$I_r=\frac{C\frac{v_r}{v'+v''+\ldots v^n}}{W+\frac{1}{v'+v''+\ldots v^n}}.$$

Da nun die frei werdende Wärme in jedem Drahte sich seinem Widerstande proportional verhält, so hätten wir im ersten Falle, wo w eingeschoben war, mit Berücksichtigung der passenden Einheit für die hervortretende Wärme:

$$I=\frac{Cw}{W+w},$$

dagegen im andern Falle in der r^{ten} Zweigbahn:

$$I_r=\frac{C\frac{1}{v'+v''+\ldots . v^n}}{W+\frac{1}{v'+v''+\ldots . v^n}}.$$

Wir wollen aber zur leichteren Uebersicht die Widerstände der Zweigbahnen unter einander gleich setzen, jeden $=w_{,}$, und zwar wieder so, dafs ihre Leitungsfähigkeit zusammengenommen $=\frac{1}{w}$ bleibe, folglich:

$$\frac{1}{w}=\frac{n}{w_{\prime}}=n v_{\prime},$$

so erhalten wir:

$$I'=\frac{C\frac{1}{n v_{\prime}}}{W+\frac{1}{n v_{\prime}}},$$

und hiermit die freiwerdende Wärme in allen n Zweigen zusammen oder:

$$I=\frac{C\frac{n}{n v_{\prime}}}{W+\frac{1}{n v_{\prime}}}=\frac{n C w}{W+w}.$$

Der galvanische Strom bewegt sich hier mit gleicher Leichtigkeit, es mögen w oder die n Zweigbahnen eingeschaltet seyn, und doch ist die entwickelte Wärme im letzteren Falle n mal so grofs als im andern, offenbar ein Resultat, welches allen bisher bekannten Naturgesetzen widerspricht. Der Fehler verschwindet nur, wenn man zur Angabe der Wärme in den galvanischen Formeln wenigstens den Zähler quadrirt. Als ich mir zur Constatirung der Thatsachen bereits den nothwendigen Apparat angefertigt hatte, erhielt ich die im ersten Hefte dieses Jahrganges der Annalen enthaltene Abhandlung von Lenz, welche meine Vermuthung nicht nur bestätigt, sondern selbst noch darin erweitert, dafs sie zur Bestimmung der Wärme die galvanischen Formeln im Zähler und Nenner zu quadriren lehrt. Da ich nun mit meinem Apparate nicht das Ganze umfassen kann, auch nicht den Schein herbeiführen möchte, als wolle ich die von Lenz gefundenen Resultate irgendwie einer Prüfung unterwerfen, so werde ich von dem Dargebotenen unmittelbar ausgehen, und erst zum Schlusse eine kurze Angabe meiner Versuche hinzufügen, welche namentlich für Diejenigen, denen weniger umfangreiche Mittel zu Gebote stehen, einigermafsen beachtenswerth seyn mögen.

Es sey also eine galvanische Kette gegeben, die, wie oben, aus festen Theilen und an einer Stelle aus n Zweigbahnen besteht; wir bezeichnen die freiwerdende Wärme in der $r$ten Zweigbahn mit Θ^r, in der festen Schliefsung mit Θ, und in der gesammten Kette mit T, so haben wir, unter Beibehaltung der obigen Zeichen, in t Zeiteinheiten eine Wärme:

$$\Theta^r = \frac{C\frac{\rho^r}{(\rho'+\rho''+\ldots\rho^n)^2}}{\left[W+\frac{1}{\rho'+\rho''+\ldots\rho^n}\right]^2}.t \;\ldots\ldots (1)$$

$$\Theta = \frac{CW}{\left[W+\frac{1}{\rho'+\rho''+\ldots\rho^n}\right]^2}.t \;\ldots\ldots (2)$$

und

$$T = \frac{C}{W+\frac{1}{\rho'+\rho''+\ldots\rho^n}}.t \;\ldots\ldots (3)$$

Nach den von mir mitgetheilten Formeln erhalten wir bei der Entladung der Batterie, wenn $\frac{1}{\lambda'}$ durch l', $\frac{1}{\lambda''}$ durch l'' u. s. w ersetzt wird, übrigens die gleichen Bezeichnungen bleiben:

$$\Theta^r = \frac{C\left(\frac{l^r}{l'+l''+\ldots l^n}\right)^2 \varpi^r}{W+\left(\frac{l'}{l'+l''+\ldots l^n}\right)^2\varpi'+\left(\frac{l''}{l'+l''+\ldots l^n}\right)^2\varpi''+\ldots} \;(4)$$

$$\Theta = \frac{CW}{W+\left(\frac{l'}{l'+l''+\ldots l^n}\right)^2\varpi'+\left(\frac{l''}{l'+l''+\ldots l^n}\right)^2\varpi''+\ldots} \;(5)$$

$$T = C \;\ldots\ldots (6)$$

In diesen Formeln sind die Gröfsen λ', λ''.... nicht constant, sondern ändern sich mit dem vermehrten Widerstande. Da sie aber nach meinen früheren Angaben in ihrer Geltung erst durch die Anwesenheit der freien Spannung entstehen, und der galvanische Strom aus dem elektrischen entspringt, wenn diese freie Spannung ver-

schwindet, so darf man die Annahme geltend machen, dafs λ', λ'', ... nach und nach in ϖ', ϖ'', ... übergehen, sobald die freie Elektricität mehr und mehr zurücktritt, um endlich im galvanischen Strome diese äufsersten Gränzwerthe zu erlangen. Es werde demnach λ', $\lambda''\ldots=\varpi'$, $\varpi''\ldots$ oder l', $l''\ldots=\varrho'$, $\varrho''\ldots$ so gehen die Formeln (4), (5), (6) über in:

$$\Theta^{r}=\frac{C\dfrac{\varrho^{r}}{(\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n})^{2}}}{W+\dfrac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}}\quad\ldots\ldots\ (7)$$

$$\Theta=\frac{CW}{W+\dfrac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}}\quad\ldots\ldots\ (8)$$

$$T=C\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (9)$$

und der einzige Unterschied zwischen ihnen und den galvanischen besteht noch darin, dafs wir auf die Zeit keine Rücksicht genommen haben. Bei der Batterie beobachten wir nämlich die gesammte Wärme, und lassen es aufser Beachtung, innerhalb welcher Zeit diese entwickelt wird. Es sey aber die Zeit der Entladung $=\tau$, so ist zunächst so viel ersichtlich, dafs diese Zeit einmal von der Fläche (5) abhängt, auf welcher die Ladung vertheilt ist; diese Verhältnisse werden indefs in den obigen Formeln schon durch die Constante C umfafst; andererseits hängt die Zeit von dem Widerstande ab, den die Schliefsung darbietet, und τ steht in dieser Beziehung proportional zu $W+\dfrac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}$; wollen wir also die Wärme kennen lernen, die in t Zeiteinheiten unter sich gleichbleibender Entladungsweise entwickelt werden würde, so müssen wir die Formeln (7), (8), (9) noch mit $\dfrac{t}{\tau}$ multipliciren oder mit $\dfrac{At}{W+\dfrac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}}$, worin A

eine Constante bezeichnet, die von den zum Grunde gelegten Einheiten abhängt. Wenn man diesen Factor den Formeln hinzufügt und der Einfachheit wegen abermals mit C die gesammten Constanten umfaſst, so bekommt man dieselben Formeln (1), (2), (3), welche für den galvanischen Strom gelten.

Die vorstehende Auseinandersetzung lehrt hienach, daſs die elektrischen Formeln als die Grundformeln für dieſs ganze Gebiet, die galvanischen als die für einen speciellen Fall daraus abgeleiteten angesehen werden müssen.

Uebrigens möchte es, nach Abschluſs der Untersuchung über die im Schlieſsungsdrahte freiwerdende Wärme nicht als überflüssig erscheinen, wenn ich in aller Kürze den Gang der Darstellung andeute, den ich jetzt wählen würde, da ich in meinen früheren Aufsätzen aus Mangel an klarer Uebersicht über das Ganze Einzelnes nicht scharf und sicher genug entwickeln konnte. Man geht am besten von dem galvanischen Strome aus. Bezeichnet man die elektromotorische Kraft des galvanischen Elementes, oder die durch dasselbe bedingte galvanische Spannung mit k und miſst die Stromstärke I durch die Angaben einer Magnetnadel, so sey unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen $I=1$ bei $k=1$ und bei einem Widerstande der Kette $=1$, dann ist allgemein in der einfachen Schlieſsung:

$$I=\frac{k}{W},$$

und wenn diese noch n Zweigbahnen enthält:

$$I=\frac{k}{W+\frac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}},$$

$$I^{r}=\frac{k\cdot\frac{\varrho^{r}}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}}{W+\frac{1}{\varrho'+\varrho''+\ldots\varrho^{n}}}.$$

Die letzteren Ausdrücke lassen sich des Späteren wegen

auf folgende Weise ableiten. Kann der galvanische Strom, der auf der vereinigten Leitung schon einen Widerstand W findet, an einer Stelle durch zwei Leitungen oder Zweige hindurchgehen, von denen der eine einen Widerstand w', der andere einen Widerstand w'' darbietet, so spaltet er sich in zwei Theile, von denen jener $\frac{\frac{1}{w'}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}$, dieser $\frac{\frac{1}{w''}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}$ des ganzen ausmacht. Der erstere Theil findet den Widerstand w', den er, da er sich im Verhältnisse von $\frac{\frac{1}{w'}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}$ zum ganzen Strom als der Einheit ausbreiten kann, nur als $\left(\frac{\frac{1}{w'}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}\right)w'$ empfindet, so dafs das Hindernifs für den ganzen Strom von diesem ersten Zweige her $\left(\frac{\frac{1}{w'}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}\right)^2 w'$ beträgt; vom zweiten ist das Hindernifs $\left(\frac{\frac{1}{w''}}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}}\right)^2 w''$; der ganze Widerstand wird also $= W + \frac{1}{\frac{1}{w'}+\frac{1}{w''}} = W + \frac{1}{v'+v''}$.

Dasselbe Raisonnement läfst sich ohne weiteres auf eine beliebige Anzahl Zweige ausdehnen. — Die erregte Wärme in irgend einem Theile der Schliefsung wird ferner durch irgend ein Thermometer gemessen; diefs behalte bei allen Versuchen dieselbe Einrichtung, und lie-

fere bei der elektromotorischen Kraft des galvanischen Elementes $=1$, bei einem Widerstande $=1$ und innerhalb einer Zeit $=1$ eine Wärme $=\alpha$, so erhält man in t Zeiteinheiten ein Wärmequantum:

$$\Theta = \alpha I^2 t$$

$$\Theta^r = \alpha (I^r)^2 t,$$

worin Θ und Θ^r abweichend gegen früher nicht die in den ganzen Drähten, sondern nur die im Thermometerdraht freiwerdende Wärme bezeichnen. Die Richtigkeit dieser Angaben hat Lenz erwiesen.

Zweitens um einen elektrischen Strom zu erzeugen, ladet man eine Batterie von mehreren (5) gleichen Flaschen, bis sie sich über zwei beliebig weit von einander entfernte Kugeln entladet; die hiezu erforderliche Elektricität kann durch die Zahl der Selbstentladungen einer Lane'schen Flasche bestimmt werden, und betrage q solcher Schläge. Die Spannung der Elektricität in der Batterie (entsprechend dem obigen k) steht dann proportional zu $\frac{q}{s}$, und findet die Entladung statt, so sey die Stromstärke bei $q=1$, $s=1$ und Widerstand $=1$ ebenfalls $=1$, so ist sie allgemein:

$$I = \frac{\frac{q}{s}}{W}.$$

Bei Zweigbahnen in der Schliefsung erfolgt hier die Theilung des Stromes nicht nach den Widerständen der Zweige, sondern nach ihren compensirten Längen, und zwar wenn diese bei zwei Zweigen λ' und λ'' sind, geht durch den ersten der $\frac{\frac{1}{\lambda'}}{\frac{1}{\lambda'}+\frac{1}{\lambda''}}$ oder $\frac{l'}{l'+l''}$te, durch den zweiten der $\frac{\frac{1}{\lambda''}}{\frac{1}{\lambda'}+\frac{1}{\lambda''}}$ oder $\frac{l''}{l'+l''}$te Theil des ganzen Stromes. Dem-

nach erhält man nach den vorher angegebenen Principien ganz allgemein in der vereinigten Leitung:

$$I = \frac{\frac{q}{s}}{W + \left(\frac{l'}{l' + l'' + \ldots l^n}\right)^2 w' + \ldots\ldots}$$

und in der $r$ten Zweigbahn:

$$I^r = \frac{\frac{q}{s}\left(\frac{l^r}{l' + l'' + \ldots\ldots l^n}\right)}{W + \left(\frac{l'}{l' + l'' + \ldots\ldots l^n}\right)^2 w' + \ldots\ldots}$$

Diese Ströme sind bisher noch nicht gemessen worden, da die Anwendung der Magnetnadel in dem vorliegenden Falle besondere Schwierigkeiten darbietet. Will man dagegen die freiwerdende Wärme bestimmen, so schiebt man wieder ein Thermometer ein; diefs liefere bei $q = 1$, $s = 1$, Widerstand $= 1$, Zeit $= 1$ eine Wärme $= \alpha$, so wäre, wenn sich die Entladung nach Belieben auf t Zeiteinheiten beschränken oder ausdehnen liefse, die im Thermometer freiwerdende Wärme:

$$\Theta = \alpha I^2 t$$

$$\Theta^r = \alpha (I^r)^2 t.$$

Allein bei der Entladung der Batterie mufs man die ganze Zeit τ dieser Entladung nehmen, wie kurz oder lang sie auch ausfällt, und man kann durchaus kein beliebiges t herbeiführen; also bekommt man hier immer eine Wärme:

$$\Theta = \alpha I^2 \tau$$

$$\Theta^r = \alpha (I^r)^2 \tau.$$

Dieses τ der Entladung hängt einmal von der Fläche ab, auf welcher die Spannung $\frac{q}{s}$ verbreitet ist, und zwar wächst es proportional mit s, eben so aber auch proportional zum Widerstande in der Schliefsung; setzt man also die Zeit der Entladung bei $s = 1$ und Widerstand $= 1$ ebenfalls $= 1$, so ist allgemein:

$$t + s\left\{W + \left(\frac{l'}{l' + l'' \ldots l}\right)^2 w' + \ldots\right\},$$

und die obigen Formeln gehen über in:

$$\Theta = \frac{\alpha\frac{q^2}{s}}{W + \left(\frac{l'}{l' + l'' + \ldots l^n}\right)^2 w' + \ldots}.$$

$$\Theta^r = \frac{\alpha\frac{q^2}{s}\left(\frac{l^r}{l' + l'' + \ldots l^n}\right)^2}{W + \left(\frac{l'}{l' + l'' + \ldots l^n}\right)^2 w' + \ldots}.$$

Diese Formeln sind die von mir mitgetheilten, in denen nur die Factoren $\alpha\frac{q^2}{s}$ durch die einzelne Constante C ersetzt wurden, weil ich bei jeder besondern Versuchsreihe die Kugeln des Ausladers in gleichem, für den jedesmaligen Versuch am besten passenden Abstande von einander erhielt, und demnach bei unveränderter Batterie die Gröfsen q und s constant machte.

Ich lasse zum Schlusse die von mir angestellten Versuche folgen. Da mir jedes Mittel fehlt, die Stärke eines galvanischen Stroms auch nur annähernd richtig zu messen, so mufste ich meinen Mefsapparat so construiren, dafs ich die relative Stärke der Ströme zum Voraus bestimmen konnte. Ich nahm also zwei Maafs- oder Quartgläser, verschlofs sie $1\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oeffnung durch eine Korkplatte, und führte durch diese erstens in zwei gläsernen Röhren einen 4 Fufs langen Kupferdraht ein, von dem 2' 1" zur Spirale gewunden im Innern des Glases frei waren, die übrigen 23" dagegen theils in den Glasröhren eingesiegelt, theils mit ihren freien Enden hervorragend. Zweitens steckte ich durch denselben Kork eine senkrechte offene Barometerröhre, welche bis auf den Boden des Glases reichte und nach aufsen noch um 10 Zoll herausstand. Hierauf gofs ich über die Korkplatte bis zum Rand hin eine geschmolzene Harzmasse ein, und sperrte so das Innere luftdicht

ab. Leider zerbrach mir späterhin das eine Glas, und ich mufste ein neues anfertigen, zu dem ich nur eine weitere Barometerröhre erhalten konnte; dadurch wurden die beiden Thermometer in ihren Angaben etwas ungleich, und mufsten durch Versuche auf einander bezogen werden. — Nachdem durch die Röhren so viel gefärbtes Wasser eingefüllt war, dafs es in diesen über der Harzmasse stehen blieb, und ferner zwei in $\frac{1}{10}$ Par. Zoll eingetheilte Skalen angebracht waren, stellte ich die beiden Gläser in einen gröfseren Kasten und stopfte den ganzen Zwischenraum dicht mit Heu aus; hierauf leitete ich den Strom eines in schwach gesäuertem Wasser stehenden Calorimotors entweder durch beide Gläser hinter einander, oder so durch beide zugleich, dafs jedes einen Theil des Stromes aufnahm, den ich durch Hinzufügung von 2', 4' oder 8' Kupferdraht in den einen Zweig im Verhältnisse von 1 : $1\frac{1}{2}$, 1 : 2 und 1 : 3 abtheilen konnte. Wenn der Strom eintrat, erhob sich die Flüssigkeit in den beiden Röhren langsamer oder schneller bis zum Maximum des Steigens, je nachdem beide Thermometer hinter oder neben einander verbunden waren, der Strom also einen geringeren oder stärkeren Widerstand fand; darauf sanken beide Angaben langsam hinunter, und erreichten etwa nach 10 Minuten einen, eine längere Zeit hindurch fest bleibenden Stand, der die wahre Wärmeentwicklung liefert, nämlich die Gröfse, die, entstehend im Drahte, unmittelbar wieder von der Hülle in gleicher Zeit absorbirt wird. Sollen die Zahlen in den einzelnen Versuchen unter einander vergleichbar werden, so mufs man vor jeder Beobachtung mehrere Stunden, am besten über Nacht, den Apparat ruhig stehen lassen, damit er die Temperatur des ungeheizten Zimmers annehme, dann die Flüssigkeit in den Röhren durch Ansaugen etwas bewegen, um die Wände feucht zu machen, dasselbe auch fortsetzen, wenn die Flüssigkeit gestiegen ist, weil man sonst, namentlich bei

der engeren Röhre (1,6 Par. Linie Durchmesser), leicht eine um 1 Grad zu kleine Angabe erhalten würde. — Die Versuche ergaben:

A. Beide Thermometer hinter einander.

Therm. I.	Therm. II.	
1) 19,7	17,3	II : I = 1 : 1,139
2) 17,7	15,6	= 1 : 1,135
		Mittel = 1 : 1,137.

Die nur annähernd genauen Ausmessungen der Apparate gaben die Ausdehnung der inneren Luft für 1 Zoll Steighöhe wegen der vermehrten Compression zu 0,00269, dazu in I die wirkliche Ausdehnung = 0,00040 und in II = 0,00084, also die ganze Ausdehnung in I = 0,00309 und in II = 0,00353, ein Verhältnifs von 1 : 1,142, was mit dem vorstehenden durch Versuche gefundenen Werthe ziemlich genau übereinstimmt. Ich werde hiernach die Angaben des zweiten Thermometers durch Multiplication mit $1\frac{1}{7}$ corrigiren.

B. Der eine Zweig um 2' K. verlängert oder Verhältnifs der Stromstärken = 1 : $1\frac{1}{2}$.

Therm. I.	Therm. II corr.	Verhältnifs der Erwärmung.
1) 10,2	22,4	1 : 2,20
2) 8,8	18,7	1 : 2,13
3) 18,8	8,1	1 : 2,32
4) 24,6	11,3	1 : 2,18
		Mittel 1 : 2,21 statt 1 : 2,25.

C. Der eine Zweig um 4′ K. verlängert oder Verhältnifs der Stromstärken =1 : 2.

Therm. I.	Therm. II corr.	Verhältnifs der Erwärmung.
1) 27,1	7,3	1 : 3,71
2) 24,6	7,1	1 : 3,47
3) 18,0	5,0	1 : 3,60
4) 7,1	25,3	1 : 3,56
5) 6,2	23,3	1 : 3,76
6) 6,7	23,8	1 : 3,55
		Mittel 1 : 3,61 statt 1 : 4,00.

D. Der eine Zweig um 8′ K. verlängert oder Verhältnifs der Stromstärken =1 : 3.

Therm. I.	Therm. II corr.	Verhältnifs der Erwärmung.
1) 17,1	2,17	1 : 7,88
2) 3,7	27,7	1 : 7,49
		Mittel 1 : 7,69 statt 1 : 9,00.

Die Differenzen der Beobachtung gegen die Berechnung mögen theils aus der Ungenauigkeit der Annahme entstehen, dafs der Wärmeverlust mit der Erwärmung proportional wächst; zum grofsen Theil entspringen sie aber auch aus den Strömungen der eingeschlossenen Luft, die durch die gröfsere Wärme mehr begünstigt werden. In jedem Falle sind indefs die Differenzen zu geringfügig, als dafs dadurch die Richtigkeit der Formeln irgendwie in Zweifel gezogen werden könnte.

V. *Ueber die Volta'sche Thätigkeit des Sauerstoffs in der Grove'schen Gassäule; von C. F. Schoenbein.*

(Aus einer Mittheilung an die Academie in München.)

In meinem letzten Aufsatz über die Grove'sche Gassäule habe ich die Ansicht geltend zu machen gesucht, dafs in dieser Vorrichtung nur der Wasserstoff eine direct elektromotorische Rolle spiele, der Sauerstaff dagegen auf eine blofs secundäre Weise die Volta'schen Wirkungen erhöhe, durch eine Depolarisirung nämlich, welche letztere Materie an der negativen Elektrode bewerkstelligt [1]).

Hr. Grove in einer äufserst interessanten, vor Kurzem durch die »*Philosophical Transactions*« veröffentlichten Abhandlung über die »Volta'sche Gasbatterie,« hat meine Ansicht bestritten und derselben sowohl theoretische als thatsächliche Gründe entgegengestellt. Diese nun näher zu prüfen und ihre Triftigkeit zu untersuchen soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit seyn. Hr. Grove hielt sich für überzeugt, dafs der Wasserstoff für sich allein eben so wenig im Stande sey, einen Strom zu erregen, als diefs der Sauerstoff zu thun vermöge, und ist der Meinung, dafs an dem einen Ende einer stetigen Reihe von Wassertheilchen ein Sauerstoff-, an dem andern Ende dieser Reihe ein Wasserstoffmolecül sich befinden müsse, wenn bei der Volta'schen Schliefsung vermittelst eines Platinbogens eine Stromerscheinung auftreten solle.

Eine entscheidende Widerlegung meiner Ansicht findet Hr. Grove in dem Resultate eines Versuches, der auf S. 98 und 99 des letzten Bandes der Transactionen beschrieben ist. Dieser Versuch bestand darin, dafs ein

1) Siehe Poggendorff's Annalen, Heft No. 3, 1843.

aus zwei Elementen bestehende Säule, in welcher eine theilweise mit Wasserstoff, theilweise mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Röhre mit einer bloſs verdünnte Schwefelsäure haltenden Röhre abwechselte, unter eine von Sauerstoff gänzlich entblöste Glasglocke gestellt wurde, während eine ganz gleiche Vorrichtung mit der Atmosphäre frei communicirte.

Schon nach wenigen Stunden bemerkte man an der ersten Säule eine auffallende Abnahme des Stromes, und war dieser am folgenden Tage so unmerklich geworden, daſs er Jodkalium nicht mehr in einem wahrnehmbaren Grade zu zersetzen vermochte, während dagegen die Volta'sche Thätigkeit derjenigen Säule, welche der Atmosphäre ausgesetzt geblieben war, als ungeschwächt sich erwies. Nach Verfluſs von vier Tagen stellte man zwischen der ersten Säule und der Luft die unterbrochene Verbindung wieder her, und prüfte dieselbe in diesem Augenblick mit Jodkalium. Sie vermochte diese Verbindung noch nicht zu zerlegen, aber schon nach funfzehn Minuten trat in ihr ein Strom auf, der auf das Salz merklich elektrolysirend einwirkte und nach zwei Stunden war derselbe eben so kräftig geworden, als derjenige, welchen die zweite ohne Unterbrechung in der Luft gestandene Säule erzeugte.

Aus diesen und einigen andern Thatsachen zieht der britische Physiker den Schluſs, daſs der Wasserstoff unvermögend sey, mit Wasser und Platin allein eine wirksame Kette zu bilden und die Anwesenheit von freiem Sauerstoff im Wasser durchaus eine unerläſslich nothwendige Bedingung für die Erregung eines Stromes sey.

Die Thatsache, daſs Wasserstoff scheinbar für sich allein elektromotorisch wirke, wird von Hrn. Grove dem im Wasser gelösten Sauerstoff und der Unmöglichkeit beigemessen, selbst durch langes Kochen allen Sauerstoff aus dieser Flüssigkeit zu entfernen.

Daſs die Wasserstoffsäule, welche dem Einflusse

der Atmosphäre entzogen war, nach und nach aufhörte thätig zu seyn, leitet der englische Naturforscher aus der allmäligen Erschöpfung des in der Flüssigkeit dieser Säule enthaltenen freien Sauerstoffs her, und der Wiedereintritt des Stromes, falls die Vorrichtung mit der Luft in Verbindung gesetzt wurde, wird dem Eindringen von Sauerstoff aus der Atmosphäre in die Flüssigkeit der Säule zugeschrieben.

Man kann nicht in Abrede stellen, dafs auf den ersten Anblick hin der von Hrn. Grove aus den angeführten Thatsachen gezogene Schlufs sehr bündig, und die von mir aufgestellte Ansicht als genügend widerlegt erscheint. Aber bei einer genaueren Untersuchung der schönen Versuche Grove's stellt sich doch heraus, dafs die Ergebnisse derselben mit meiner Betrachtungsweise keineswegs im Widerspruche stehen, sondern vielmehr mit ihr vollkommen verträglich sind.

Wenn nach meiner Ansicht der Sauerstoff in der Grove'schen Gasbatterie durch Depolarisation der negativen Elektrode die Volta'sche Strömung verstärkt und derselbe keine directe elektromotorische Rolle spielt, so ist klar, dafs der Strom in einer Flüssigkeit, die all ihres freien Sauerstoffs beraubt worden, nicht mehr so stark seyn kann, als derjenige, welchen man bei Anwendung der gleichen, aber freien Sauerstoff enthaltenden Flüssigkeit enthält. Denn die positive Polarität, welche die negativen Platinelektroden unter dem Einflusse des primitiven Stromes der Säule annehmen, wird in dem vorliegenden Fall bald so bedeutend stark werden, dafs der dadurch hervorgerufene secundäre Strom dem primitiven nahezu das Gleichgewicht halten mufs. Tritt doch ein solcher Zustand ziemlich rasch in manchen Ketten ein, die aus zwei Metallen von sehr verschiedenem Grade der Oxydirbarkeit und einer elektrolytischen Flüssigkeit gebildet ist, und beruht doch die Stärke und Gleichförmigkeit des Stroms Daniell'scher und Grove'scher Vor-

richtungen auf einer durch Salpetersäure oder Kupfervitriol bewerkstelligten Depolarisation des in ihnen als negative Elektroden dienenden Kupfers oder Platins.

Bei der obwaltenden Verschiedenheit unserer Ansichten, und bei der theoretischen Wichtigkeit der Streitfrage, scheint es mir von Interesse zu seyn auszumitteln: ob die Wasserstoffgas-Batterie, welche im geschlossenen Zustande einige Tage lang dem Einfluſs der Atmosphäre entzogen gewesen, und von der demnach angenommen werden kann, daſs das in ihr enthaltene gesäuerte Wasser jeder Spur freien Sauerstoffs beraubt worden ist, ich sage, es wäre von Wichtigkeit zu ermitteln, ob eine so beschaffene Batterie nichts destoweniger noch ein empfindliches Galvanometer zu afficiren vermöchte. Ich bin geneigt zu glauben, daſs dieſs geschehen würde, und träte wirklich ein solcher Fall ein, so bewiese derselbe, daſs Wasserstoff allein mit Platin und Wasser einen Strom erzeugen könnte.

Es wäre ferner wünschenswerth zu untersuchen, in welchem Volta'schen Zustande die negativen Elektroden einer Wasserstoffsäule sich befänden, die nicht mehr merklich das Jodkalium elektrolysirt. Bei einer solchen Prüfung dürfte es sich herausstellen, daſs die erwähnten negativen Elektroden eine ziemlich starke positive Polarität zeigten. Solche Thatsachen würden aber offenbar stark zu Gunsten der Ansicht sprechen, welche ich über die vom Sauerstoff und Wasserstoff in der Grove'schen Gassäule ausgeübten Wirkungsweise aufgestellt habe. Um dieselbe indessen zur Gewiſsheit zu erheben, müſsten noch folgende Versuche ausgeführt werden.

Würde nämlich der Sauerstoff, wie ich es annehme, nur depolarisirend in der Grove'schen Vorrichtung wirken, so ist klar, daſs derselbe durch jede andere Materie, welche den an den negativen Elektroden der Gasbatterie auftretenden Wasserstoff aufzunehmen vermöchte, ersetzt werden könnte, ohne das Stromresultat im All-

gemeinen zu verändern. Die geeignetste Materie dieser Art möchte das Chlorplatin seyn. Würde man nun eine Gasbatterie construiren, in welcher die einen abwechselnden Röhren nur gesäuertes, mit Chlorplatin versetztes Wasser, die andern Röhren gesäuertes Wasser und Wasserstoffgas enthielten, und würde unter diesen Umständen die fragliche Säule bei abgeschlossener Luft so lange thätig seyn, als in der einen Reihe von Röhren noch unzersetztes Chlorplatin, in der andern Reihe noch freier Wasserstoff vorhanden wäre, so bewiese eine solche Thatsache, nach meinem Dafürhalten, die Richtigkeit der Ansicht, dafs in der Grove'schen Gassäule nur der unter dem Einflufs des Platins stehende Wasserstoff eine unmittelbar Volta'sche Rolle, der Sauerstoff blofs die einer depolarisirenden Materie spiele.

Leider besitze ich in diesem Augenblick noch keine solche Säule, sonst würde ich die oben erwähnten Versuche schon selbst damit angestellt haben, und ich mufs deshalb wünschen, dafs dieselben entweder von Herrn Grove selbst ausgeführt werden mögen, oder von irgend einem andern Physiker, der sich im Besitze der hiezu nöthigen Vorrichtungen befindet.

Folgende Thatsachen scheinen mir in enger Beziehung zu der vorliegenden Frage zu stehen und durch Analogie die Richtigkeit meiner Hypothese darzuthun.

Bringt man concentrirte Salzsäure in zwei Gefäfse, die durch eine poröse Scheidewand mit einander in Verbindung stehen, und enthält die Säure des einen Gefäfses freies Chlor gelöst, so tritt ein Strom auf, der von der reinen Säure in die chlorhaltige geht, falls man beide Flüssigkeiten durch einen Platin- oder Goldstreifen in leitenden Zusammenhang versetzt.

Da wir wissen, dafs ein schwacher, durch concentrirte Salzsäure gehender Strom nicht das darin befindliche Wasser, sondern ausschliefslich nur die Säure zerlegt, so erhellt, dafs unter den angeführten Umständen

frei-

freies Chlor allein, wenn an das eine Ende einer stetigen Reihe von Chlorwasserstoffmolecülen gestellt, einen Strom zu erregen vermag, ohne dafs es nöthig wäre, an das andere Ende dieser Reihe Wasserstoff zu setzen.

Da kein Wasserstoff in der Atmosphäre vorhanden ist, so kann in dem Falle, der uns beschäftigt, auch der Strom nicht dem Umstande zugeschrieben werden, dafs dieses Element in der Flüssigkeit zufällig anwesend sey und zur Stromerregung in eben der Weise beitrage, wie Hr. Grove es sich denkt, dafs es der in dem Wasser gelöste und von der Luft herstammende Sauerstoff thue.

Diese Chlor-Salzsäure-Kette liefert demnach den factischen Beweis, dafs ein einfacher Körper, wenn Volta'sch combinirt mit einem Elektrolyten, der zu einem seiner Ione oder Bestandtheile den gleichen einfachen Körper hat, eine Strömung veranlassen kann, und dafs es für das Hervorrufen einer solchen Erscheinung keine unerläfsliche nothwendige Bedingung ist, an die Enden einer stetigen Reihe von Molecülen jedes Elektrolyten dessen beide Bestandtheile im freien Zustande zu bringen.

Wenn nun aber Chlor für sich allein mit Chlorwasserstoffsäure einen Strom zu erregen vermag, warum sollte denn nicht auch Wasserstoff mit Wasser einen solchen erzeugen können? Zwischen beiden Fällen bestehen allerdings noch einige nicht ganz unbedeutende Unterschiede. In der Chlor-Salzsäure-Kette wird der Strom hervorgerufen durch die Einwirkung des in ihr befindlichen Chlors auf den Wasserstoff der Salzsäure, in der Wasserstoff-Wasser-Kette dagegen reagirt der freie Wasserstoff auf den Sauerstoff des Wassers; in dem ersten Falle wird also beim Schliefsen der Kette dem Elektrolyten das Kathion, in dem andern Falle das Anion entzogen, und es bewegt sich deshalb auch der Strom der einen dieser Ketten in einer Richtung entgegengesetzt derjenigen, in welcher der Strom der andern Kette kreist.

Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Vorrichtungen besteht auch noch darin, daſs das freie Chlor elektromotorisch wirkt, ohne die Beihülfe eines andern Körpers nöthig zu haben, während der Wasserstoff seine Volta'sche Thätigkeit erst dann zeigt, wenn er unter den specifischen Einfluſs des Platins gestellt ist. Diese Unterschiede berührten aber, wie man leicht einsieht, die in Rede stehende Frage durchaus nicht, und heben die zwischen beiden Ketten bestehende Analogie ganz und gar nicht auf.

Bevor ich die Vergleichung zwischen der Chlor-Salzsäure-Kette und der Wasserstoff-Wasser-Kette beendige, muſs ich noch auf eine Aehnlichkeit aufmerksam machen, welche zwischen beiden Vorrichtungen stattfindet.

Wie die Volta'sche Thätigkeit der letztgenannten Kette sehr rasch abnimmt, wenn die negativen Elektroden derselben nicht von freiem Sauerstoff oder einer andern mit Wasserstoff leicht verbindbaren Materie umgeben sind, so verhält es sich mit dem Strome der Chlor-Salzsäure-Kette, falls deren positive Elektroden nicht in Berührung stehen mit einer Substanz, die sich leicht mit Chlor vereinigt. Es bedarf kaum der ausdrücklichen Bemerkung, daſs der Wasserstoff in letzterem Falle als eine solche depolarisirende Substanz dienen kann, und dieser Körper, wenn mit der positiven Elektrode der in Frage stehenden Kette in Berührung gesetzt, den Strom derselben indirect vermehren muſs. Auch ist leicht einzusehen, daſs der Wasserstoff in einer derartigen Vorrichtung nicht nur depolarisirend, sondern auch elektromotorisch wirkt, falls nämlich die positive Elektrode aus Platin besteht. Einfach Chlorzinn oder Eisenchlorür dürften ebenfalls als depolarisirende Materien an den positiven Elektroden der Chlorkette angewendet werden können.

Daſs mit Brom und Bromwasserstoffsäure eine Kette construirt werden kann, welche der eben besprochenen Vorrichtung ganz ähnlich ist, habe ich schon an andern

Orten gezeigt. Eine andere Art von Ketten scheint mir ebenfalls hieher zu gehören und in der genauesten Beziehung zu der Frage zu stehen, ob Wasserstoff oder Sauerstoff mit Wasser combinirt für sich allein eine elektromotorische Thätigkeit zu äufsern vermöge. Es sind diefs die Hyperoxydketten.

Bekanntlich liefert reines Wasser, welches mit Mangan-, Blei- oder Silberhyperoxyd in Berührung steht, einen Volta'schen Strom, wenn das eine Ende eines Platin- oder andern Metallbogens das Hyperoxyd und das andere Ende des gleichen Bogens das Wasser berührt. In dieser Combination spielt das zweite Mischungsgewicht des Sauerstoffs, enthalten im Superoxyd, ganz die Rolle des Chlors oder des Broms, das heifst, es verbindet sich bei geschlossener Kette dieser Sauerstoffantheil des Oxydes mit dem Wasserstoff des das Hyperoxyd begränzenden Wassers gerade so, wie das Chlor oder Brom unter ähnlichen Umständen mit dem Wasserstoff der ihnen benachbarten Salzsäure, Bromwasserstoffsäure oder des Wassers sich vereinigt.

So wenig nun in den Chlor- oder Bromketten freier Wasserstoff zur Erregung eines Stromes nothwendig ist, eben so wenig braucht in den Combinationen der Hyperoxyde mit Wasser freier Wasserstoff anwesend zu seyn, um wirksame Ketten zu erhalten.

Warum freier Sauerstoff keine elektromotorische Thätigkeit gegen Wasser äufsert in der Weise, wie diefs das freie Chlor oder Brom gegen Salzsäure oder Bromwasserstoffsäure thut, vermögen wir nicht zu sagen; wir wissen aber, dafs der Sauerstoff in gewissen Verbindungen ein chemisches Anziehungsvermögen gegen andere Körper besitzt, gröfser als dasjenige, welches er im isolirten Zustande gegen dieselben Materien äufsert.

Es befindet sich die Hälfte des Sauerstoffs, enthalten z. B. in den Hyperoxyden des Bleis und des Mangans, in einem chemischen Zustande, ähnlich demjenigen,

in welchem der Wasserstoff durch den specifischen Einfluſs des Platins gegenüber dem Sauerstoff versetzt wird, oder in welchem freies Chlor oder Brom für sich allein schon hinsichtlich des Wasserstoffs sind.

Dieser eigenthümliche Zustand macht es begreiflich, daſs in gegebenen Fällen ein Elektrolyt mit einer Materie Voltasch combinirt, welche letztere als ein Bestandtheil oder als eins der Ione in diesem gleichen Elektrolyten enthalten ist, dennoch eine wirksame Kette bilden kann, und es beweisen somit die aus Hyperoxyden und Wasser construirten Ketten, daſs es nicht durchaus nöthig ist, die beiden Bestandtheile eines Elektrolyten an die Enden einer stetigen Reihe von Molecülen dieses Elektrolyten, also Wasserstoff an das eine Ende und Sauerstoff an das andere Ende einer Reihe von Wassertheilchen zu stellen, um einen Strom zu erregen.

Das Verhalten der genannten Ketten scheint mir von groſsem theoretischen Interesse zu seyn und Raum zu eigenthümlichen Vermuthungen zu geben.

Würde z. B. freies Chlor oder Brom, oder ein Theil des im Bleihyperoxyd gebundenen Sauerstoffs, oder der mit Platin in Berührung stehende Wasserstoff ganz in demselben Zustande in Bezug auf den in der Salzsäure und Bromwasserstoffsäure enthaltenen Wasserstoff oder auf den im Wasser gebundenen Wasserstoff oder Sauerstoff sich befinden, in welchem die erstgenannten Körper in der Salzsäure, Bromwasserstoffsäure und im Wasser gegenüber dem in diesen Verbindungen enthaltenen Wasserstoff oder Sauerstoff existiren, so lieſse sich schwer begreifen, wie dieselben mit den erwähnten Elektrolyten wirksame Volta'sche Combinationen zu bilden vermöchten. Es muſs durchaus das freie Chlor z. B. auf den in der Salzsäure gebundenen Wasserstoff noch eine andere Wirkung ausüben, als die ist, welche das in der genannten Säure enthaltene Chlor auf denselben Wasserstoff zeigt; eben so muſs ein Theil des im Bleihyper-

oxyd vorhandenen Sauerstoffs anders gegen den Wasserstoff des Wassers sich verhalten, als diefs der Sauerstoff des Wassers gegen den in letzterem anwesenden Wasserstoff thut. Es mufs, mit andern Worten, im freien Chlor, Brom, im Sauerstoff der Hyperoxyde, wie auch in dem unter den Einflufs des Platins gestellten Wasserstoff, wenn in Berührung mit wasserstoffhaltigen Elektrolyten gesetzt, eine Thätigkeit sich äufsern, die in dem an Wasserstoff gebundenen Chlor, Brom und Sauerstoff, oder dem an Sauerstoff gebundenen Wasserstoff nicht in's Spiel kommt.

Gemäfs den unter den Chemikern noch herrschenden Ansichten findet freilich eine solche Wirkungsweise nicht statt, und verhält sich z. B. freies Chlor gegen den Wasserstoff der Salzsäure, oder der Sauerstoff eines Hyperoxyds gegen den Wasserstoff des Wassers vollkommen unthätig.

Allein bei dem innigen Zusammenhang, welcher ganz unstreitig zwischen den Volta'schen und chemischen Thätigkeiten besteht, scheint es mir, als ob derartige Annahmen nicht länger fest gehalten werden dürften, und es an der Zeit sey, von Seite der Chemiker Erscheinungen, wie die besprochenen sind, eine gröfsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, als die ist, welche bisher denselben geschenkt worden.

Die Thatsache, dafs freies Chlor unter gegebenen Umständen es vermag, eine Chlorverbindung zu zerlegen, aus dieser das gebundene Chlor frei zu machen und sich an die Stelle des letzteren zu setzen, ist so aufserordentlich, und von den gewöhnlichen chemischen Erscheinungen so sehr abweichend, dafs sich an dieselbe das höchste theoretische Interesse knüpft. Und Thatsachen dieser Art giebt es mehr als eine.

VI. *Ueber galvanische Messingreduction;* *von M. H. Jacobi.*

Vor einiger Zeit hat Hr. Ruolz der Pariser Academie ein Verfahren mitgetheilt, um galvanische Ueberzüge von Bronze auf anderen Metallen hervorzubringen. Es besteht darin, dafs er Cyankupfer und Zinnoxyd in gewissen Verhältnissen in Cyankalium auflöst, und auf diese Auflösung eine Batterie mit constantem Strome wirken läfst. Da dieses Verfahren manches Unpractische hat, besonders weil die Flüssigkeit, wenn sie erschöpft ist, immer beinahe gänzlich erneuert werden mufs, so bediene ich mich schon seit längerer Zeit des folgenden Verfahrens, um statt der Legirung von Kupfer und Zinn eine Legirung von Kupfer und Zink oder gewöhnliches Messing auf galvanischem Wege darzustellen. Ich nehme zu diesem Ende eine ziemlich concentrirte Auflösung von Cyankalium, eine Anode von Kupfer und eine Cathode von irgend einem andern Metall, und lasse den Strom einer, mindestens aus zwei Elementen bestehenden Daniell'schen Batterie darauf wirken. Indem die Flüssigkeit hierdurch zersetzt wird, verwandelt sich das Kupfer allmälig in Cyankupfer und löst sich im Cyankalium auf. Der Auflösung wird dadurch ein Kupfergehalt ertheilt, und sobald dieser reichhaltig genug ist, beginnt das Kupfer sich auf der Oberfläche der Cathode metallisch zu reduciren. Sobald man die erste Spur einer solchen Reduction wahrnimmt, wird der Procefs unterbrochen, und statt der Kupferplatte eine Zinkplatte als Anode in die Flüssigkeit gehängt. Auch jetzt wird noch Kupfer reducirt werden, das aber allmälig vom Röthlichbraunen in Messinggelb übergeht. Hat man die gewünschte Messingfarbe erhalten, so kann man die Anode von Zink ent-

fernen und eine Anode von gewöhnlichem Messing nehmen. Die Cathode, die nur zur vorläufigen Probe gedient hat, wird ebenfalls beseitigt, und durch den Gegenstand ersetzt, den man mit einem Messingüberzuge zu versehen beabsichtigt. Die auf diese Weise, auf rein galvanischem Wege bereitete Messinglauge, wie ich sie nennen will, kann auf unbestimmte Zeit dienen, und es ist nur nöthig, hin und wieder etwas Cyankalium hinzuzusetzen. Es ist gleichgültig, ob man zuerst die Kupferanode und dann die Zinkanode nimmt, oder ob man umgekehrt verfährt. Ich habe mich auch öfters sogleich einer Messinganode bedient, aber nur selten die gewünschte Farbe sogleich erhalten; es reducirte sich immer entweder Kupfer oder Zink im Ueberschusse. Ist der Gegenstand glänzend und polirt, so wird auch der erste Ueberzug so erscheinen, nur wenn derselbe dicker wird, erhält er das Matt, welches den meisten galvanischen Ueberzügen eigenthümlich ist. Die Bereitung der obigen Lauge geht um so schneller vor sich, je concentrirter die Cyankaliumauflösung ist. Bei verdünnterer Auflösung bedarf man auch, sowohl beim Beginne des Processes, als auch bei den späteren Reductionen, einer stärkeren Batterie bis zu vier oder noch mehr Plattenpaaren. Man kann die Farbe des Messings beliebig modificiren, und einen sehr schönen tombackähnlichen Ueberzug erhalten, wenn man mit der Messinganode zugleich eine Kupferanode von gröfserer oder geringerer Oberfläche anwendet. Das so eben beschriebene Verfahren, das, so viel ich weifs, noch nicht bekannt ist, kann mit Nutzen angewendet werden, um das galvanisch reducirte Kupfer noch mit einem Messingüberzuge zu versehen. Es wird dadurch erleichtert, den galvano-plastischen Gegenständen eine der antiken Patina ähnliche Bronzirung zu ertheilen, welche, wie man weifs, das reine Kupfer sonst nur schwer annimmt. Besonders aber vortheilhaft wird dieses Verfahren werden, wenn es sich darum handelt, eiserne Ge-

genstände des Luxus oder des Bedürfnisses mit Messing zu überziehen, was sonst gewöhnlich durch eine Art Plattirung mit dünnem Messing geschieht, die bei etwas complicirten Formen sehr mühsam und kostspielig ist.

Es ist bekannt, dafs aus elektrolytischen Flüssigkeiten, die mehrere Sauerstoffsalze mit metallischen Basen, z. B. schwefelsaures Kupfer und schwefelsaures Zink oder salpetersaures Kupfer zugleich aufgelöst enthalten, die negativeren Metalle sich viel leichter und in viel gröfserer Quantität reduciren, als die positiveren. Aus Kupfervitriollösungen, die stark mit Zink oder Eisen verunreinigt sind, wird das Kupfer bei Anwendung einer schwachen Batterie beinahe bis auf das letzte Atom ausgezogen werden können, ohne fremde Beimischungen zu verrathen. Es scheint mir unzweifelhaft, dafs bei den gemischten Cyanüren verschiedener Metalle ein entgegengesetztes Verhalten stattfindet, so dafs z. B. das Zink, obgleich es das positivere Metall ist, sich ungleich leichter reducirt, als das Kupfer. Um dem reducirten Messing eine röthlichere Farbe zu ertheilen, mufs daher immer ein gröfserer Ueberschufs an Kupfer vorhanden seyn, und eine längere Einwirkung stattfinden, als im umgekehrten Falle. Da genaue Untersuchungen über die verschiedenen Umstände, die hierbei stattfinden, noch nicht gemacht worden sind, so mag diese vorläufige Bemerkung genügen, die für die practische Ausübung des beschriebenen Verfahrens nützlich seyn dürfte.

Hr. Becquerel hat Hrn. Roulz gegenüber seine Priorität in Bezug auf galvanische Reduction der Legirungen in bestimmten Mischungsverhältnissen geltend gemacht, und führt zu diesem Ende einen Versuch an, der eigentlich nichts beweist. Mir scheint es, als dürfe man eine Entdeckung nicht anticipiren, die für die Theorie und Praxis auf diesem Gebiete, sehr wichtig, aber erst noch zu machen wäre. Vernünftigerweise nämlich, kann man die nach diesem oder jenem Verfahren redu-

cirten Metall-Legirungen, nur als einigermafsen homogene Gemenge ansprechen, wie es übrigens in den meisten Fällen auch die durch Schmelzung erhaltenen Legirungen sind. Bei diesen aber hat man ein bestimmtes Verhältnifs der Bestandtheile viel mehr in seiner Gewalt, als bei den galvanischen Legirungen, bei denen man von Gesetzen ihrer Bildung durchaus noch nichts kennt.

Bei der Reduction des Goldes und Silbers bediene ich mich schon seit längerer Zeit eines ähnlichen Verfahrens, d. h. ich bereite mir keine chemische Gold- oder Silberauflösung, sondern erhalte dieselbe bei Anwendung des Cyankaliums auf galvanischem Wege, indem ich mich der Anoden von diesen Metallen bediene. Auch ähnliche Gold- und Kupferlegirungen, wie die oben beschriebene Messinglegirung, kann man durch Anwendung von Kupferanoden in Cyan-Goldauflösungen, oder umgekehrt von Goldanoden in Cyankupferauflösungen erhalten. Bei gleichzeitiger Anwendung von Cyangold- und Cyansilberauflösung findet aber, wie die Erfahrung schon vielfach gemacht worden ist, der sehr merkwürdige Umstand statt, dafs selbst bei einem äufserst geringen Antheil Silber und einem grofsen Ueberschufs Gold, das Silber, obgleich es das positivere Metall ist, sich viel leichter reducirt, und bis es ganz erschöpft ist, dem Golde eine merklich blafsgelbe, mitunter in's Grünliche spielende Färbung ertheilt. Aehnlich scheint sich also, wie oben erwähnt, auch das Zink zu verhalten.

Die hierbei der Academie vorgezeigten Gegenstände sind theils von Zinn gegossen, theils von Eisen angefertigt, und mit starken Messingüberzügen versehen, bei denen die verschiedenen Farbenabstufungen, welche man ihnen gleich bei der Reduction gegeben hat, auf ein verschiedenes Verhältnifs der die Legirungen constituirenden Metalle schliefsen lassen. (*Bull. de la classe phys. math. de l'acad. de St. Petersb. T. II p.* 296.)

VII. *Ueber das Anlaufen des Eisens und dessen Zusammenhang mit der Passivität; von W. Beetz.*

In einer früheren, die Passivität des Eisens betreffenden Arbeit [1]) hat Hr. Martens auf das Factum aufmerksam gemacht, dafs ein, an einem Ende bis zum Glühen erhitzter Eisendraht passiv würde. Diese Veränderung hat jedoch Hr. Schönbein [2]) nur der dünnen Oxydhaut zugeschrieben, mit welcher sich das Eisen beim Erhitzen in Gestalt eines farbigen Anlaufs bedeckt. Um diesem Einwurf zu begegnen hat darauf Hr. Martens in Gemeinschaft mit Hrn. Ryke einen Versuch angestellt, den er in einer neueren Arbeit [3]) publicirt hat. Ein an einem Ende präparirter Eisendraht wurde in einer gläsernen Röhre der ganzen Länge nach der Kirschrothgluht eines Reverberirofens ausgesetzt, während ein Strom von Wasserstoff durch die Röhre geleitet wurde, das zuvor durch starke Aetzkalilauge und ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr gereinigt und getrocknet war. Der Draht erwies sich nicht nur am präparirten Ende, sondern seiner ganzen Länge nach passiv. Eben so wurde ein Draht in dieser Wasserstoffatmosphäre passiv, wenn er ganz blank und unpräparirt in dieselbe gebracht war. Hr. Martens fügt noch hinzu, dafs der Eisendraht nach dem Erkalten dieselbe blaue Farbe zeigte, welche er nach dem Erhitzen bei Luftzutritt annimmt. Aus diesem Versuch glaubt Hr. Martens zwei Schlüsse ziehen zu müssen, nämlich:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXVII S. 393.

2) Ebendaselbst, Bd. LIX S. 149.

3) Ebendaselbst, Bd. LXI S. 121.

1) dafs das Anlaufen des Eisens nicht in einer Oxydation desselben bestehen könne, und
2) dafs die Passivität, welche das Eisen durch Erhitzen annimmt, von seiner Oxydation ebenfalls unabhängig ist.

Was den ersten Punkt betrifft, so fragt es sich zunächst, woraus besteht der in einer Wasserstoffatmosphäre erzeugte Anlauf. Ueber diese Frage liegen bereits die Versuche Sir Humphry Davy's [1]) vor, die ihn zu dem Resultate führten, dafs das Anlaufen in der Luft nur auf Kosten des Sauerstoffs stattfinden könne, dafs aber in einer Wasserstoffatmosphäre immer noch irgend eine Verunreinigung vorhanden seyn müsse, welche eine Verbindung mit dem Eisen einzugehen im Stande ist, und die bei der Anstellung seines Versuchs leicht in Phosphordämpfen bestehen konnte, weil er das Gas durch Verbrennen von Phosphor vollständig von eingemischtem Sauerstoff befreite. In einem Bade von reinem Baumöl fand jedoch kein Anlaufen statt. Hr. Martens hat keine Versuche darüber angestellt, ob ein Eisendraht unter einer Flüssigkeit anlaufen kann oder nicht; der Verunreinigung des Wasserstoffsstromes aber glaubt er zuvorgekommen zu seyn, indem er das Gas auf die oben angegebene Weise wusch und trocknete. Die Versuche des Hrn. Martens habe ich wiederholt, und um das angewandte Gas von allen Verunreinigungen zu befreien, leitete ich es zuerst durch eine Auflösung von Bleioxyd in starker Kalilauge, dann durch einen mit concentrirter Schwefelsäure gefüllten Kugelapparat, darauf, um jede Spur mitgerissener Schwefelsäure zu entfernen, über geschmolzenes kaustisches Kali in einer etwa $\frac{3}{4}$ Fufs langen Röhre, dann durch eine 2 Fufs lange Röhre mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllt, und endlich, um auch die letzten Antheile atmosphärischer Luft fortzunehmen durch ein Rohr mit metallischem Kalium, das vor-

1) Gilbert's Annalen, Bd. LI S. 206.

her sorgfältig durch Beschneiden grofser Kugeln vom anhaftenden Steinöl befreit war. Das Gas trat dann in eine Glasröhre, deren nach unten gebogenes Ende durch Quecksilber, Oel, oder noch besser, durch flüssiges Rose'sches Metall abgesperrt war, weil beim nachherigen Erhitzen der heifse Gasstrom die beiden ersten Substanzen leicht zum Verdampfen bringt. Trotz dieser Vorsichtsmafsregeln lief aber ein in der Glasröhre liegender Eisendraht jedesmal an. Ganz eben so verhielt es sich, wenn ich statt des Wasserstoffs Kohlensäure anwandte, die durch concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali, Schwefelsäure, ein mit Kreidestücken und ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr geleitet war.

Da bei Anwendung aller dieser Vorsichtsmafsregeln es kaum glaublich schien, dafs das Anlaufen dennoch auf Kosten des eingemengten Sauerstoffs stattfinde; so lag die Vermuthung, dafs die dünne farbige Schicht durch Zersetzung irgend einer, aus einer Verunreinigung des angewandten Zinks entstandenen Substanz gebildet sey, ziemlich nahe, eine Vermuthung, die noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewann, dafs es mir bei aller Mühe nicht gelang, das Wasserstoffgas absolut geruchlos darzustellen. Deshalb verschaffte ich mir auf galvanischem Wege einen Wasserstoffstrom. Ein am Zinkpol einer aus sechs starken Grove'schen Elementen bestehenden Säule angebrachter Platindraht war in den Boden eines porösen Thoncylinders eingekittet, und trug innerhalb desselben eine Platinlamelle. In demselben Boden war aufserdem eine knieförmig gebogene Glasröhre gekittet, die mit einer kleinen, mit kaustischer Kalilauge gefüllten Flasche, dann mit einem Chlorcalciumrohr, und endlich mit der Glasröhre verbunden war, in der sich der zu untersuchende Eisendraht befand. Das poröse Thongefäfs wurde mit der offenen Seite nach unten in ein Gefäfs mit verdünnter Schwefelsäure getaucht, in welcher sich auch nahe dem Thoncylinder die Platinlamelle

vom Platinpol befand. Das im Thongefäfs entwickelte Wasserstoff strömte längere Zeit durch den ganzen Apparat, so dafs durchaus kein Sauerstoffgas mehr eingemischt seyn konnte, dennoch aber lief jedesmal der Eisendraht blau an. Bei diesen und späteren, mit auf gewöhnliche Weise dargestelltem Wasserstoffgase angestellten Versuchen sprachen indefs einige Erscheinungen auffallend für die Ansicht, dafs das Anlaufen des Eisens nur in einer Oxydation bestehe. Das Eisen lief nämlich, wenn durchaus kein freies Sauerstoffgas eingemischt war, erst bei ziemlich starker Rothglühhitze an, mäfsigte man aber nachdem der farbige Ueberzug eingetreten war, die Temperatur bis zu der dunkeln Glühhitze, bei welcher das Wasserstoffgas die Oxyde des Eisens zu reduciren vermag, so verschwand der Anflug vollkommen, und erschien auch beim Erkalten nicht wieder; wenn aber das angelaufene Metall sogleich nach dem Rothglühen aus dem Feuer gebracht wurde, so blieb auch der Anlauf zurück. Es mufste sich also erst bei starker Glühhitze Sauerstoff entwickelt haben, der auf dem Eisen sogleich eine Oxydschicht bildete, das aber bei der Reductionstemperatur wieder zersetzt wird, und bei niederer Hitze nicht wieder entstehen kann.

Wäre aber nach diesen Versuchen das Anlaufen des Eisens doch einer Oxydation zuzuschreiben, so könnte man sich durch einen in einer Atmosphäre von Kohlensäure angestellten Gegenversuch leicht überzeugen, ob hier diejenigen Erscheinungen eintreten, die bei Abwesenheit eines reducirend wirkenden Gases zu erwarten sind. Dem ist in der That so. Ein Eisendraht lief in der auf oben angegebene Weise gereinigten Kohlensäure erst bei Rothglühhitze an, verlor dann aber den Anlauf bei keiner Temperatur; wenn man aber die Glasröhre während des Erhitzens mit einem kalten Körper berührte, und so einen Sprung in derselben hervorbrachte, so trat augenblicklich der blaue Anlauf ein.

Nach den angegebenen Versuchen sieht man leicht ein, dafs die Ursache des Anlaufs immer geringe Spuren von Wasser sind, die sich erst bei Rothglühhitze zersetzen, aber schon bei niederer Temperatur wieder erzeugt werden. In dem durch galvanische Zerlegung des Wassers erhaltenen Wasserstoff konnte sehr leicht Wasser enthalten seyn, weil das zum Trocknen des Gases angewandte Chlorcalciumrohr nur kurz war, um nicht zu viel Wasserstoff zur Verdrängung der Luft verwenden zu müssen. Bei den übrigen Versuchen aber schien ein Eindringen von Wasserdämpfen fast unmöglich. Die bedeutendste Wassermenge kommt aber durch den Eisendraht selbst in die Röhre. Der Draht wurde jedesmal vor dem Versuch stark abgerieben und in das von der Entbindungsflasche entferntere Ende der Röhre gelegt, darauf die Verbindung wieder hergestellt, und während das andere Ende der Röhre stark erhitzt wurde, der Gasstrom durch dieselbe geleitet. So befand sich der Eisendraht ziemlich lange in einem warmen trocknen Gasstrom. Trotz dem bemerkte ich häufig, wenn ich die den Eisendraht enthaltende Stelle der Röhre in die Flamme brachte einen schwachen Beschlag auf der inneren Wand der Glasröhre an einer von der Flamme etwas entfernten Stelle. Der Draht enthielt aber Feuchtigkeit, die mit grofser Kraft an derselben haftete, und durch deren Zersetzung ihm der zur Oxydation nöthige Sauerstoff geliefert wurde. Diese geringe Feuchtigkeitsmenge ist auf keine andere Weise zu entfernen, als dadurch, dafs man den Draht längere Zeit einer Temperatur von etwa 100° aussetzt, ehe man ihn zum Glühen erhitzt. Natürlich dürfen auch an keiner Stelle des angewandten Drahtes Spuren von Oxyd haften, weil diese durch den Wasserstoff reducirt und das entstandene Wasser später wieder zersetzt werden würde.

Aufserdem aber kommen wirklich bei sehr sorgfältigem Trocknen geringe Spuren von Wasser in die Röhre.

In Fällen, wo ich einen Draht fast eine halbe Stunde hindurch blank erhalten hatte, fing er nach und nach an, eine dunklere Farbe zu zeigen, deren Ursprung wohl nicht in etwas anderem bestehen konnte, als in geringen, erst jetzt merkbar werdenden Wassermengen, da bei gelinder Hitze der Anlauf nicht entstand. Man sieht aus diesem Versuch, wie vorsichtig man bei der Darstellung vollkommen trockner Gase zu Werke gehen mufs, und namentlich, dafs man dieselben sehr langsam durch die Trockenvorrichtungen zu führen hat. Wenn sich die Gasblasen in Zwischenräumen von etwa einer halben Secunde folgten, so nahm ich auch nach längerer Zeit keinen Anlauf wahr. Die Vorsicht braucht jedoch auch nicht zu weit getrieben zu werden, da zur Hervorbringung eines Anlaufs eine Sauerstoffmenge gehört, die ich selbst bei Anwendung von 10,57 Grm. Eisendraht noch vollkommen unwägbar fand.

Das Anlaufen im Wasserstoff kann endlich noch einen andern Grund haben. Wenn man nämlich lange Zeit hindurch einen Gasstrom unterhalten will, so sieht man sich oft genöthigt, Schwefelsäure in die Entbindungsflasche nachzugiefsen. Hat man aber einen Eisendraht längere Zeit erhitzt, ohne einen Anlauf darauf zu bemerken, so tritt dieser gewifs ein wenige Secunden nachdem man einen neuen Schwefelsäureaufgufs, selbst mit der gröfsten Vorsicht, gemacht hat, um keine atmosphärische Luft mit in die Entbindungsflasche zu bringen. Die Schwefelsäure selbst aber enthält Luft absorbirt, wovon man sich dadurch überzeugen kann, dafs unter der Luftpumpe Gasblasen aus derselben entweichen.

Vermeidet man auf die angegebene Weise den Zutritt der Luft und der Wasserdämpfe, so kann man den Eisendraht beliebig lange erhitzen, selbst stark glühen, ohne einen Anflug darauf zu bemerken. Sicherer als in einem Gasstrom geschieht diefs noch, wenn man, nachdem das Gas lange genug durch die Röhre gegangen

war, den Strom unterbricht, um jeden Zuflufs schädlicher Substanzen zu verhindern.

In kochendem Quecksilber oder irgend einem schmelzenden Metall laufen Eisendrähte durchaus nicht an; selbst nicht in glühendem Zink, wenn nur das Eisen gleich beim Schmelzen in dasselbe gebracht wird, um erst vollkommen darin trocknen zu können.

Was nun die durch das Erhitzen des Eisens hervorgebrachte Passivität betrifft, so kann man sich leicht überzeugen, dafs sie nur in der dünnen Oxydhaut ihren Grund hat. Ein Draht, der in einer Wasserstoffatmosphäre oder unter einem schmelzenden Metall ohne Anlauf erhitzt ist, wird von Salpetersäure eben so schnell angegriffen, wie ein gewöhnlicher. Hr. Martens glaubt zwar das Gegentheil gesehen zu haben, indem er die Oxydhaut durch schwaches Feilen entfernte. Indefs habe ich überall, wo ich auf diese Weise eine blanke Eisenfläche erhalten hatte, auch den Draht activ gefunden. Aufserdem aber ist die Passivität des Eisens auch nicht allein darin zu suchen, dafs dasselbe durch irgend eine Oberflächenveränderung, die durch einen chemischen Procefs eintritt, in Salpetersäure unlöslich wird, sondern das charakteristische des passiven Eisens ist, dafs es in der Salpetersäure sein metallisches Ansehen vollkommen beibehält. Ein einfacher Versuch zeigt einen scharfen Unterschied in dieser Beziehung zwischen angelaufenem und passivem Eisen.

Bringt man zwei blanke Eisendrähte als Elektroden einer einfachen Grove'schen Kette in verdünnte Schwefelsäure, so tritt starke Wasserzersetzung ein, und die positive Elektrode schwärzt sich. Nach einiger Zeit aber wird sie passiv, die Wasserzersetzung hört auf, weil sich der passive Draht stark negativ verhält gegen den activen [1]). Zugleich fällt die Oxydhaut stückweis von ihm ab, so dafs der Draht vollkommen blank wird.

1) Wie diefs Hr. Schönbein bereits beobachtet hat. (Dies. Annal. Bd. LVII S. 63.)

Läfst man die Elektroden zuvor anlaufen, so desoxydirt sich die negative, aber die Wasserzersetzung geht fort, und es tritt keine Passivität ein. Setzt man jetzt den Strom der primären Kette um, so dafs auch die andere Elektrode blank wird, so wird die jetzt positive Elektrode nach einiger Zeit passiv, und die Wasserzersetzung hört auf. Das Erhitzen also macht das Eisen nicht nur nicht passiv, sondern verhindert es sogar, als positive Elektrode angewandt, passiv zu werden.

VIII. *Rechtfertigung seiner Ansicht über den angeblichen Rückstrom der Volta'schen Säule; von J. C. Poggendorff.*

(Aus den Monatsberichten der Academie, December 1843.)

In der Sitzung der Academie vom 26. Mai vorigen Jahres [1]) suchte der Verf. zu zeigen, dafs der von Hrn. De la Rive in der Volta'schen Säule angenommene Rückstrom nicht von der Erfahrung bestätigt werde. Er führte den Beweis, indem er auf diesen vermeintlichen Rückstrom die bekannten Sätze von der Verzweigung elektrischer Ströme anwandte, und dann mit Hülfe des wohlbewährten Ohm'schen Gesetzes die Formel für die Intensität des wahrnehmbaren Stroms entwickelte.

Es ergab sich, dafs diese Intensität, welche bekanntlich nach der gewöhnlichen, keinen Rückstrom zulassenden Ansicht durch

$$\frac{k}{r+r'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

vorgestellt wird, bei Gegenwart eines solchen Rückstroms zum Ausdruck bekommt:

1) S. Monatsberichte von 1842, S. 151. (Ann. Bd. LVI S. 353.)

$$\frac{k}{2r+r'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

wenn nämlich in beiden Fällen k die elektromotorische Kraft, r den Widerstand des Schliefsbogens und r' den Widerstand des übrigen Theils der Kette bezeichnet.

Er zeigte dann, dafs wenn man den Widerstand r' der Kette um eine gewisse Gröfse ϱ vermehre, und den Widerstand r des Schliefsungsbogens um dieselbe Gröfse vermindere, oder umgekehrt, den ersteren um ϱ verringere und den letzteren um ϱ vergröfsere, diese Operation nach der gewöhnlichen, durch die Formel (1) ausgedrückten Ansicht keine Aenderung in der Stromstärke hervorbringen dürfe, dagegen aber nach der Formel (2) oder der De la Rive'schen Hypothese im ersten Fall eine Verstärkung, im letzteren eine Schwächung des wahrnehmbaren Stromes bewirken müsse.

Er machte ferner bemerklich, dafs wenn man, statt r' in $r' \pm \varrho$ und r in $r \mp \varrho$ zu verwandeln, mit r nur eine halb so grofse Veränderung vornehme, die Stromstärke nach der De la Rive'schen Hypothese constant bleiben, dagegen nach der gewöhnlichen Ansicht, je nach dem Zeichen der gemachten Veränderung, entweder eine Verstärkung oder eine Schwächung erleiden müsse.

Zwei Reihen messender Versuche, die zur Prüfung dieser beiden Folgerungen an einer einfachen Grove'schen Kette unternommen wurden, sprachen sich so entschieden zu Gunsten der ersten Formel oder der gewöhnlichen Ansicht aus, dafs der Verf. kein Bedenken trug, die Lehre vom Volta'schen Rückstrom als eine völlig unbegründete zu bezeichnen.

Gegen diese Beweisführung hat nun Hr. De la Rive in den *Archives de l'Eléctricité* (*No.* 6) eine Replik veröffentlicht, in welcher er ausführlich darzuthun sucht, dafs die vom Verf. gezogenen Schlüsse nicht gegen den Rückstrom sprächen, ihn also auch nicht bewegen könnten, seine Meinung in Betreff desselben zurückzunehmen.

Hr. De la Rive hat die Versuche des Verf. nicht wiederholt, oder ihnen neue entgegenzustellen gesucht. Er zieht die Richtigkeit derselben nicht in Zweifel, und macht auch keinen Angriff auf das ihnen zum Grunde liegende Princip. Allein er bestreitet die Anwendbarkeit dieses Princips auf den vom Verf. untersuchten Fall, und lediglich darin, so wie in den früher von ihm zu Gunsten des Rückstroms gedeuteten Erscheinungen, die er nochmals aufzählt, findet er seine Befugnifs, die vom Verf. gezogenen Schlüsse zu verwerfen.

Als Gründe der Nicht-Anwendbarkeit jenes Princips auf eine einfache Kette führt Hr. De la Rive folgende zwei an:

1) Dafs bei Einschaltung von homogenen Zwischenplatten in die einfache Kette gar kein Unterschied zwischen den Flüssigkeiten beider Zellen existire, und die Kette alsdann nicht mehr von den heterogenen Metallen gebildet werde, die in einem selben Gefäfse stehen, sondern von denen, die metallich verknüpft sind.

2) Dafs in der einfachen Kette gar kein Rückstrom vorhanden sey, sondern daselbst nur eine unmittelbare Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten an den Platten stattfinde.

In Bezug auf den ersten Einwurf bemerkt der Verf.: dafs derselbe nur richtig sey im Sinne der Contacttheorie, die er aber bei dieser Gelegenheit nicht habe vertheidigen wollen, dafs dagegen nach der chemischen Theorie, zu welcher sich Hr. De la Rive bekennt, die eigentliche Kette immer als aus den in einem und demselben Gefäfse stehenden Metallen gebildet angesehen werden müsse, wie es auch von Faraday und anderen Anhängern dieser Theorie geschehen, gleichviel, ob diese Metalle direct durch einen Metalldraht verbunden seyen oder noch in dem Schliefsbogen eine Zwischenzelle mit homogenen Platten (den Elektroden Faraday's) enthalten. Er setzt noch hinzu, dafs, wenn von einem er-

regenden Paare (*couple*) die Rede seyn soll, dieses im Sinne der chemischen Theorie nicht aus den beiden metallisch verknüpften Platten, sondern nur aus der oxydirbaren von ihnen und der angreifenden Flüssigkeit gebildet werden könne. Er hält sich demnach auch jetzt noch für vollkommen berechtigt, im Sinne der chemischen Theorie, die Flüssigkeiten in den beiden Zellen einer mit Zwischenplatten versehenen einfachen Kette nicht als elektro-identisch anzusehen, und demnach auf sie das auseinandergesetzte Princip für anwendbar zu halten.

Was den zweiten Einwurf des Hrn. De la Rive betrifft, so ist derselbe noch bestimmter zu beseitigen, da es sich zeigen läfst, *dafs, wenn einmal ein Rückstrom angenommen wird, dieser ganz nothwendig so gut für die einfache Kette, wie für die Säule angenommen werden mufs, weil man sonst auf ungereimte, den gemeinsten Erfahrungen widersprechende Resultate verfällt.*

Giebt es nämlich keinen Rückstrom in der einfachen Kette, so ist die Stärke ihres wahrnehmbaren Stroms:

$$\frac{k}{r+r'}$$

und wenn sie einen Rückstrom einschliefst:

$$\frac{k}{2r+r'}.$$

Nun würde eine Säule, gebildet aus zwei solchen Ketten, die jedenfalls, nach Hrn. De la Rive, einen Rückstrom darbieten würde, nach wohl bekannten Grundsätzen für ihre Stromstärke den Ausdruck bekommen:

$$\frac{2k}{2r+2r'},$$

der letztere Ausdruck ist aber identisch mit dem ersteren. *Mithin würde, wenn in der zusammengesetzten Kette ein Rückstrom existirte, und in der einfachen nicht, die paradoxe Erscheinung stattfinden, dafs eine einfache Kette und eine Säule aus zwei solchen Ketten,*

geschlossen durch denselben Draht, einen Strom von gleicher Stärke lieferten! — Dafs dem nicht so ist, bedarf wohl keines besonderen Beweises.

Es ist also bewiesen, dafs, wenn in der Säule ein Rückstrom vorhanden ist, er auch in der einfachen Kette vorhanden seyn mufs, oder umgekehrt, dafs, wenn diese ihn nicht enthält, er auch nicht in jener enthalten seyn kann. Nun gab der Verf. in seiner früheren Abhandlung einen experimentellen Beweis von der Abwesenheit des Rückstroms in der einfachen Kette, und diesen Beweis hält er, nach dem oben Auseinandergesetzten, auch jetzt noch für vollkommen gültig. Auf den Grund des eben Gesagten glaubt er demnach in gleicher Weise berechtigt zu seyn, dem Rückstrom auch in der Säule, so wie überhaupt in jeder Volta'schen Combination, alle Wirklichkeit absprechen zu müssen.

Der Verf. hätte sich hiemit begnügen können; um indefs seine Ansicht gegen jeden künftigen Einwurf völlig sicher zu stellen, hat er noch mehre Reihen ähnlicher Versuche wie die früheren mit einer Batterie angestellt, auf welche das eingangs dargelegte Princip eben so gut anwendbar ist, als auf eine einfache Kette.

Wie er früher die einfache Kette nur deshalb anwandte, um die experimentelle Lösung der Aufgabe möglichst zu vereinfachen, so setzte er auch jetzt seine Batterie nur aus zwei solchen Ketten zusammen, da daran Alles zu studiren ist, was in Bezug auf die Streitfrage an einer mehrplattigen Batterie zu beobachten seyn würde. Die Einrichtung dieser Ketten war ganz die frühere, und eben so war auch in dem Schliefsbogen der kleinen Batterie eine dritte Zelle mit Platten aus unamalgamirten Zink eingeschaltet.

Das angezeigte Princip wurde sowohl auf die Flüssigkeiten als auf die Drähte angewandt, und in beiden Fällen gab es gleich befriedigende Resultate. Die Verlängerungen und Verkürzungen der Drähte geben indefs

natürlich eine gröfsere Uebereinstimmung mit der Theorie als die Verschiebung der Platten, da die mit diesen verknüpfte Bewegung der Flüssigkeit immer einige aus der sogenannten Polarisation entspringende Störungen verursacht. Aus diesem Grunde will der Verf. hier nur einige mit den Drähten erhaltenen Resultate anführen.

Die anfängliche willkührliche Länge der beiden Drähte, von denen der eine die beiden Zellen der Batterie verband und der andere den Schliefsbogen mit bilden half, mag mit α und β bezeichnet seyn. Sie wurde abwechselnd um 96 Zoll Neusilberdraht von $\frac{1}{6}$ Lin. Durchmesser verlängert. Dabei mufste nach der gewöhnlichen Ansicht die Stromstärke constant bleiben. Folgende Tafel wird zeigen, bis zu welchem Grade diefs wirklich der Fall war.

Länge des Drahts		Stromstärke.
in der Batterie.	im Schliefsbogen.	
α	$\beta+96$	$\sin 36^{\circ}\ 35=0{,}59599$
$\alpha+96$	β	$\sin 36\ \ 25=0{,}59365$
α	$\beta+96$	$\sin 36\ \ 26=0{,}59389$
$\alpha+96$	β	$\sin 36\ \ 24=0{,}59342$
α	$\beta+96$	$\sin 36\ \ 27=0{,}59412$
		Mittel 0,59421.

Die gröfste Abweichung der einzelnen Resultate von ihrem Mittel beträgt noch nicht ganz 0,003 dieses Mittels. Der Strom ist also unbedenklich bei Gleichheit der Summe der Drahtlängen als gleich anzusehen.

Aus diesem Ergebnifs war schon abzunehmen, was erfolgen würde, wenn man den Draht im Schliefsbogen nur um halb so viel als den in der Batterie veränderte. Um indefs zu sehen, wie sehr sich dabei die Stromstärke verändern würde, wurden noch die folgenden Messungen angestellt.

Länge des Drahts		Stromstärke.
in der Batterie.	im Schliefsbogen.	
α	$\beta + 48$	$\sin 67^{0}\ 47' = 0{,}92576$
$\alpha + 96$	β	$\sin 36\ \ 20 = 0{,}59248$
α	$\beta + 48$	$\sin 67\ \ 47 = 0{,}92576$
$\alpha + 96$	β	$\sin 36\ \ 18 = 0{,}59201$

Die Unbeständigkeit des Stroms bei der vorgenommenen Operation liegt klar vor Augen. Eine Drahtverlängerung von 96 Zoll in der Batterie gegen eine von 48 Zoll im Schliefsbogen änderte die Stromstärke nicht weniger als im Verhältnifs 1000 : 1563, während sie nach der Hypothese des Hrn. De la Rive hätte constant bleiben müssen.

Wenn man demnach auch alle übrigen Versuche des Verf. von der Abstimmung über den Rückstrom ausschliefsen wollte, — diese letzteren allein geben ein unverdächtiges und vollwichtiges Zeugnifs von der Nichtexistenz desselben.

Am Schlusse seines Vortrags findet sich der Verf. noch veranlafst das Ohm'sche Gesetz, weil es die Grundlage des von ihm angewandten Principes bildet, gegen die wiederholten und unbegründeten Zweifel des Hrn. De la Rive in Schutz zu nehmen. Er thut dar, dafs diese Zweifel an einem so vielfach bestätigten, von Hrn. De la Rive aber niemals durch Messungen geprüften Gesetze lediglich darin ihren Grund haben, dafs Derselbe nicht gehörig unterscheidet, was in der Wirkung der Volta'schen Kette normal oder primär und was secundär ist. Das eben so wichtige als folgenreiche Ohm'sche Gesetz, welches zuerst der Lehre vom Galvanismus eine wissenschaftliche Gestalt gegeben hat, gilt, in seiner einfachsten Form, wie jedes andere Naturgesetz, nur für die normalen Erscheinungen.

So wenig man heut zu Tage erwarten wird, die Gesetze Galilei's bei dem freien Fall eines specifisch leichten Körpers im luftvollen Raume bestätigt zu sehen, so

wenig darf man auch verlangen, dafs sich das Ohm'sche Gesetz ohne Weiteres bei den gewöhnlichen Galvanischen Ketten bewähre. Was dort der Widerstand der Luft ist, das ist hier die sogenannte Polarisation der Platten. Werden diese störenden Einflüsse nicht entfernt oder wenigstens geschwächt, so ist in dem einen wie in dem andern Fall nicht daran zu denken, dafs das Fundamentalgesetz rein oder auch nur angenähert hervortrete [1]).

1) Ich habe hier von meiner Abhandlung nur den, in die Monatsberichte der Academie eingerückten Auszug mitgetheilt, weil ich glaube, dafs damit der beabsichtigte Zweck, meine Ansicht gegen die Einwürfe des Hrn. De la Rive zu rechtfertigen, hinlänglich erreicht seyn wird. Ich unterlasse es daher auch in eine weitere Kritik der Entgegnung des Genfer Physikers (*Archiv. de l'Electr. No.* 6 *p*, 481) einzugehen, und will mich dafür lieber der Hoffnung ergeben, dafs Derselbe bei näherer Vertrautschaft mit der bisher von ihm so mifstrauisch behandelten Ohm'schen Theorie — wozu er ja seitdem durch die auf seiner letzten Reise nach England erlangte Kenntnifs der Wheatstone'schen Messungen einigen Grund gelegt zu haben scheint (*Archiv. de l'Electr. No.* 9 *p*. 333) — selber zu der Einsicht gelangen werde, wie viele Irrthümer, Unrichtigkeiten und Unklarheiten fast auf jeder Seite des gegen mich gerichteten Aufsatzes zu rügen wären, und wie wenig Gewicht andererseits heut zu Tage Berufungen auf die Resultate älterer Arbeiten haben können, die ohne alle Vorsichtsmafsregeln zur Vermeidung des störenden Einflusses der Polarisation, mit den so variabeln Strömen der inconstanten Ketten erlangt wurden. Ich rechne hieher namentlich die aus der früheren Abhandlung (Ann. Bd. XXXX S. 355) wieder herübergeholten Angaben, dafs das Maximum des galvanischen Effectes bei 2, bei 4 und bei 8 Plattenpaaren beobachtet werde, dafs für jeden zwischen die Pole einer Batterie eingeschalteten Leiter eine gewisse Anzahl Plattenpaare das Maximum der Wirkung gebe, und andere mehr. Solche Resultate als normale oder allgemeine, als Gesetze, hinzustellen, konnte wohl vor Jahren Entschuldigung finden, aber gegenwärtig darf man sich nicht mehr auf sie berufen, um eine Theorie zu verdächtigen, welche längst und so vielfach die Feuerprobe genauer Messungen auf's ehrenvollste bestanden hat. *P.*

IX. *Einfaches Verfahren, Stahlstäbe zu magnetisiren; von P. Elias,*

Cantonrichter zu Harlem.

Zu einer Zeit, wie die gegenwärtige, wo der Besitz von starken Stahlmagneten den Naturforschern so erwünscht seyn mufs, wird es vielleicht für Viele nicht ohne Interesse seyn, ein Verfahren kennen zu lernen, wodurch die kleinste Nadel sowohl als der schwerste Stahlstab auf die leichteste Weise augenblicklich bis zur Sättigung magnetisirt wird.

Die Methode, deren man sich bisher bedient, ist die des von Knight erfundenen, von Duhamel und von Michell verbesserten Doppelstrichs. Manche haben vorgeschlagen, Elektromagnete zum Streichen anzuwenden; Andere, den zu magnetisirenden Stahlstab glühend an die Pole eines Elektromagneten zu hängen und in dieser Lage abzukühlen. Erstere Methode ist, da man die Elektromagnete nicht wie Stahlmagnete frei bewegen kann, unbequem; letztere, wie Jedermann weifs, ohne Erfolg. Man ist daher bei der alten Methode geblieben. Diese hat aber die Inconvenienz, erstens dafs man mit der Manipulation des Magnetisirens wohl vertraut seyn mufs, besonders aber, dafs man eben dasjenige, was gemacht werden soll, nämlich recht kräftige Magnete, erst schon besitzen mufs, was nur selten der Fall ist.

Zu meinem Verfahren braucht man nichts als was jeder Physiker besitzt und überall zu haben ist: ein kräftiges Volta'sches Element und etwas Kupferdrähte. Man windet nämlich sieben bis acht Meter (22 bis 25 Fufs) wohl isolirten Kupferdrahtes zu einem hohlen, sehr kurzen, aber recht dicken Cylinder zusammen (Taf. I Fig. 6), läfst einen starken Strom durch den Draht gehen, und steckt den zu magnetisirenden Stahlstab in den Cylinder,

worin man ihn bis an die Enden auf und nieder bewegt. Wenn der Stahlstab sich wieder mit seinem mittleren Theil in dem Cylinder befindet, öffnet man die Kette, und zieht den Stab, der nunmehr vollkommen magnetisirt ist, heraus. Wenn der Stab ein hufeisenförmig gebogener ist, thut man wohl, ihn während des Magnetisirens mit seinem Anker zu schliefsen, und wenn es ein gerader ist, ihn oben und unten mit einem Stück weichen Eisen zu versehen. Der Draht, dessen ich mich bediene, ist 3 Millimeter ($\frac{1}{8}$ Zoll) dick. Die Dicke des Drahtes ist keineswegs gleichgültig. Zwar kann man mit dünnerem eine gleiche Wirkung hervorbringen; allein man bedarf dazu einer Batterie von gröfserer Intensität. Der Volta'sche Apparat, dessen ich mich bediene, ist ein einziges Platin-Zink-Element nach Grove's Anordnung. Es hat $\frac{1}{3}$ Quadratfufs wirksame Platin-Oberfläche. Der Widerstand, den der Strom in diesem Element selbst erfährt, ist gleich dem eines reinen Kupferdrahtes, von 1 Millim. Durchmesser und $\frac{2}{3}$ Meter Länge [1]).

Die Versuche gelingen aber auch schon sehr gut, wenn das Element einen zwei bis drei Mal gröfseren Widerstand darbietet. Wie man sich zu benehmen habe, um mit einer Daniell'schen Kette einen gleich starken Strom hervorzubringen, darüber können mehrere in diese Annalen eingerückte Aufsätze über die Constanten der beiden besprochenen Elemente Auskunft zu geben.

Mein hohler Cylinder hat 25 Millimeter (1 Zoll) Höhe; die Höhlung hat 35 Millimet. (beinahe 1$\frac{1}{2}$ Zoll) Durchmesser, und seine Wand hat gleichfalls 35 Millimeter Dicke.

1) Da bei dem Grove'schen Element die Geringheit des Widerstandes nicht blofs von der Gröfse der Metalloberfläche, sondern auch bedeutend von der Güte der porösen Thonzelle abhängig ist, welche sich nicht bestimmen läfst, so habe ich die vom Widerstande abhängige Kraft des Elementes nur auf diese Weise angeben zu können geglaubt.

Um die Wirksamkeit meines Magnetisircylinders auf die Probe zu stellen, hat einer meiner Freunde ein stählernes Hufeisen von 34 Pfund aus einem Stück verfertigen lassen. Es ward mit einem einzigen Zug durch einen eigends zu diesem Versuch verfertigten Cylinder bis zur Sättigung magnetisirt, und ein zweiter, nachdem es umgekehrt in den Cylinder gesteckt worden war, zeigte sich hinreichend die Pole zu wechseln, ohne dafs die Tragkraft dadurch verloren hätte.

Aufser der Leichtigkeit und Schnelligkeit dieses Verfahrens gewährt es noch den Vortheil, dafs ein, mittelst desselben magnetisirter Stab unmöglich Zwischenpole habe bekommen können, und dafs, wenn er früher welche gehabt haben möchte, sie in dem Magnetisircylinder augenblicklich verschwinden.

Es ist dieses Verfahren kein anderes als der Doppelstrich von Duhamel oder Michell, nur auf galvanischem Wege, und ungleich kräftiger, leichter und sicherer. Wie bei jenem Doppelstrich die entgegengesetzten Pole der Streichmagnete nahe an einander gehalten werden, damit sie successive auf jeden kleinen Theil des zu magnetisirenden Stabes ihre gröfste Wirkung ausüben, eben so nehme ich meinen Cylinder nur ganz kurz, damit jeder Theil des Stabes die ganze Kraft des Volta'schen Elements erfahre.

Mein Freund, Dr. Münnich hat in einer Versammlung der naturforschenden Gesellschaft zu Utrecht meine Versuche mit dem Magnetisircylinder öffentlich wiederholt, und die Facultät der physischen Wissenschaften, die dabei zugegen war, von der Wirksamkeit dieser Methode überzeugt. Er hat bei dieser Gelegenheit sehr starke, sich im Cabinet befindliche, von Knight selber magnetisirte bedeutend verstärkt, ihnen mit einem einzigen Zug die Pole umgekehrt u. s. w.

Harlem, 7. März 1844.

X. *Ueber ein Doppelsalz von Jodblei mit Chlorammonium; vom Dr. Voelckel.*

Dieses Doppelsalz wurde von Hrn. Behrens in Lausanne erhalten, der mir dasselbe zur quantitativen Bestimmung zusandte, und mir über die Darstellung Folgendes bemerkte: »Man erhält dasselbe, wenn man zu einer kochenden concentrirten Lösung von Jodkalium und Chlorammonium essigsaures Bleioxyd hinzusetzt; die Flüssigkeit bleibt, wenn kein Ueberschufs von essigsaurem Blei angewandt wird, klar, aber beim Erkalten derselben scheidet sich das Doppelsalz als kleine nadelförmige Krystalle von gelblicher Farbe und prächtigem seideartigen Glanz ab. Um solche analysiren zu können, wollte ich sie durch Umkrystallisiren reinigen, doch wurde die ganze Masse beim Hinzufügen von Wasser roth, und war in Jodblei und Chlorammonium zerlegt. — Um meines Präparats sicher zu seyn, trug ich in eine kochende concentrirte Lösung von Chlorammonium völlig reines Jodblei, dieses löste sich auf, und beim Erkalten wurden dieselben Krystalle erhalten, doch weit kleiner und nicht so schön.«

Bei der Analyse fand ich 73,78 Proc. Jodblei und 26,22 Proc. Chlorammonium; diefs entspricht 2 At. Jodblei und 3 At. Chlorammonium.

XI. *Ueber die Titansäure; von Heinrich Rose.*

(Fortsetzung von Seite 119.)

II. Ueber die in der Natur vorkommenden titansäurehaltigen Mineralien.

2) Titanit (Sphen).

Bei der Untersuchung dieses Minerals stöfst man auf Schwierigkeiten, welche besonders in der Trennung der Kieselsäure von der Titansäure beruhen. Der Titanit ist deshalb auch nur selten analysirt worden, und die wenigen bekannten Analysen weichen sehr von einander ab.

Klaproth hat zu verschiedenen Zeiten zwei Arten des Titanits untersucht, einen Titanit von Passau und einen Titanit aus dem Salzburgischen [1]).

Bei der Analyse des Titanits von Passau, die in den frühsten Zeiten der Klaproth'schen Thätigkeit angestellt worden zu seyn scheint, wurde das Mineral mit Kalihydrat geglüht, die mit Wasser aufgeweichte Masse mit Salzsäure übersättigt, wobei Kieselerde ungelöst zurückblieb, und die filtrirte Auflösung mit kohlensaurer Kalilösung gefällt. Der getrocknete Niederschlag, mit Salzsäure digerirt, hinterliefs wiederum Kieselerde ungelöst; aus der davon getrennten Flüssigkeit wurde durch Ammoniak die Titansäure gefällt, und nach Abscheidung derselben durch kohlensaures Kali die Kalkerde.

Bei der Analyse des Salzburgischen Titanits, die in eine spätere Zeit fiel, wurde das Mineral mit Salzsäure kochend digerirt, der unauflösliche Rückstand mit kohlensaurem Kali geschmolzen, mit Wasser erweicht und

1) Beiträge. I, S. 245, und V, S. 239.

mit Salzsäure übersättigt. Beide salzsaure Auflösungen wurden vereinigt, durch Ammoniak gefällt, und in der von der Fällung getrennten Flüssigkeit die Kalkerde durch kohlensaures Kali niedergeschlagen. Die durch Ammoniak gefällte Mengung von Kieselerde und Titansäure wurde mäfsig getrocknet und mit Salzsäure behandelt, welche die Titansäure auflöste und die Kieselerde ungelöst hinterliefs.

Die Resultate der Analysen waren folgende:

	Titanit von Passau.	Titanit aus dem Salzburgschen.
Kieselerde	35	36
Titansäure	33	46
Kalkerde	33	16
Mangan	Spur	—
Wasser	—	1
	101	99.

Die Resultate weichen bedeutend von einander ab, wie diefs bei den angewandten Methoden nicht anders möglich war. Der Gang bei der später angestellten Analyse ist, wie man ersehen wird, geeigneter annähernde Resultate zu geben, als der bei der früheren Analyse befolgte; auffallend ist indessen die geringe Menge der erhaltenen Kalkerde.

Cordier hat darauf den Titanit vom St. Gotthardt untersucht [1]), und ihn aus

Kieselsäure	28,0
Titansäure	33,3
Kalkerde	32,2
	93,5

zusammengesetzt gefunden. Er behandelte ihn mit Chlorwasserstoffsäure und dampfte das Ganze zur Trocknifs ab, weichte mit Wasser auf, filtrirte die Kieselerde ab,

1) *Journal des Mines*, *Vol. XIII p.* 67.

fällte die Titansäure durch Ammoniak und darauf die Kalkerde durch kaustisches Kali (!).

Diese drei Untersuchungen sind schon vor sehr langer Zeit angestellt worden, und können schon deshalb nicht grofse Ansprüche auf Genauigkeit machen. Wir haben aber vor sehr kurzer Zeit eine Analyse des Titanits vom Schwarzenstein im Zillerthal durch Fuchs erhalten [1]), die nach einer sehr sinnreichen Methode ausgeführt worden ist. Da ihm die Zersetzung des Minerals vermittelst Chlorwasserstoffsäure nicht genügte, so schmolz er den Titanit mit Kali, kochte die geglühte Masse mit Wasser aus, um das überschüssige Kali wegzunehmen, wobei sich ein kleiner Theil Kieselsäure auflöste, welche auf bekannte Weise bestimmt wurde. Der Rückstand wurde in concentrirter Salzsäure aufgelöst, die Auflösung bis auf 40° R. erwärmt und gegen den Zutritt der Luft gut geschützt, mehrere Tage mit Kupferstreifen bei derselben Temperatur in Berührung gelassen. Die Kieselsäure schied sich hierbei gallertartig aus, während die Titansäure, durch das Kupfer zu Titanoxyd reducirt, in der Flüssigkeit aufgelöst blieb und dieselbe tief violblau färbte. Die Kieselsäure wurde darauf unmittelbar bestimmt, aus der davon getrennten Flüssigkeit das Titanoxyd in Titansäure umgewandelt, diese durch Ammoniak gefällt und sodann in der abfiltrirten Auflösung die Kalkerde durch ein oxalsaures Salz niedergeschlagen. Durch Bestimmung des durch die Salzsäure aufgelösten Kupfers konnte der Gehalt der Titansäure bestätigt werden. Das Resultat der Untersuchung war im Hundert:

Titansäure	43,21
Kieselsäure	32,52
Kalkerde	24,18
	99,91.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. LXVI S. 319.

Ich habe mich zu verschiedenen Zeiten mit der Analyse des Titanits beschäftigt, bin aber durch meine früheren Analysen, die nicht mit einander übereinstimmten, nie befriedigt worden. Nur späterhin bediente ich mich einer Methode, die mir Resultate gab, mit welchen ich zufriedener seyn konnte.

Der Titanit läfst sich im sehr fein gepulverten Zustande durch Chlorwasserstoffsäure zersetzen, besonders wenn dieselbe concentrirt ist. Die Säure löst die Kalkerde und die Titansäure, so wie auch das Eisenoxydul auf, wenn diefs vorhanden ist, und läfst die Kieselsäure ungelöst zurück. Die Zersetzung ist in sofern unvollständig, als die zurückbleibende Kieselsäure bedeutende Mengen von Titansäure und noch mehr Kalkerde zurückhält, als dem Verhältnifs derselben zur Titansäure im unzersetztem Minerale entsprechen. Löst man die erhaltene Kieselsäure auf die bekannte Weise durch Kochen in kohlensaurer Natronlösung auf, so bleibt oft mehr als die Hälfte des Gewichts derselben, bisweilen weniger, ungelöst zurück. Es sey mir erlaubt, die Resultate einiger Analysen des Titanits, welcher vermittelst Chlorwasserstoffsäure zersetzt wurde, hier anzuführen, um zu zeigen, in welche grobe Fehler man bei den Untersuchungen titanhaltiger Verbindungen verfallen kann, wenn man dabei nicht mit grofser Vorsicht zu Werke geht, und die erhaltenen Producte genau untersucht.

Ich bediente mich zu den folgenden Versuchen eines sehr reinen Titanits vom Zillerthale, von lichter gelblichgrüner Farbe. Das specifische Gewicht desselben in ganzen Krystallen fand ich 3,535. Er wurde im höchst fein gepulverten Zustande in einem Glase, das verschlossen werden konnte, mit starker Chlorwasserstoffsäure übergossen und das Ganze mehrere Tage hindurch einer so weit erhöhten Temperatur ausgesetzt, dafs durch dieselbe Titansäure nicht ausgeschieden werden konnte. Die un-

ungelöste Kieselerde wurde abgeschieden und aus der filtrirten Flüssigkeit die Titansäure durch Ammoniak gefällt. Sie zeigte beim Glühen die bekannte Feuererscheinung. Die Kalkerde wurde darauf durch oxalsaures Ammoniak niedergeschlagen. — Aus 2,335 Grm. des fein geschlämmten Pulvers erhielt ich auf diese Weise 1,192 Grm. Kieselsäure, 0,784 Grm. Titansäure und 0,646 Grm. kohlensaure Kalkerde, oder im Hundert:

Kieselsäure	51,09
Titansäure	33,60
Kalkerde	15,54
	100,23.

Die erhaltene Kieselsäure sah nach dem Glühen etwas schwach gelblich aus. Mit kohlensaurer Natronauflösung lange und anhaltend gekocht, löste sie sich lange nicht vollständig auf, sondern hinterliefs einen Rückstand von 0,711 Grm. oder von 30,48 Procent.

Die Analyse wurde mit demselben Titanit auf die Weise wiederholt, dafs er mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure mehrere Tage digerirt wurde, worauf die Säure abgegossen und durch neue ersetzt wurde, was ich drei Mal wiederholte. Ich erhielt diefsmal aus 1,635 Grm. 0,636 Grm. Kieselerde, 0,654 Grm. Titansäure und 0,571 Grm. kohlensaure Kalkerde, oder im Hundert:

Kieselsäure	38,90
Titansäure	40,00
Kalkerde	19,62
	98,52.

Die erhaltene Kieselsäure war zwar reiner, als die bei der ersten Analyse erhaltene, aber bei der Behandlung mit kohlensaurer Natronauflösung blieben 0,276 Grm. oder 16,88 Proc. ungelöst zurück.

Dieser Rückstand wurde mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen. Die geschmolzene Masse mit Was-

ser behandelt, hinterliefs Kieselsäure, welche mit Phosphorsalz vor dem Löthrohre einen höchst schwachen Gehalt an Titansäure und mit Soda einen Gehalt von Schwefelsäure zeigte. Aus der abgeschiedenen Flüssigkeit fällte Ammoniak Titansäure und oxalsaures Ammoniak, darauf noch Kalkerde. Als indessen die einzelnen Bestandtheile dem Gewichte nach bestimmt wurden, ergab sich, dafs sie mehr betrugen, als die zur Untersuchung angewandte Substanz. Jene 0,276 Grm. gaben 0,204 Grm. Kieselsäure, 0,032 Grm. Titansäure und 0,056 Grm. Kalkerde, zusammen 0,292 Grm. Ich werde weiter unten zeigen, dafs dieser Ueberschufs, der oft sehr bedeutend seyn kann, sich immer zeigt, wenn kieselsäurehaltige Substanzen einer Zerlegung durch zweifachschwefelsaures Kali unterworfen werden. Zieht man den erhaltenen Ueberschufs gleichmäfsig von den einzelnen Bestandtheilen ab, und rechnet sie zu den früher erhaltenen, so wird das Resultat der oben angeführten Analyse folgendes:

Kieselsäure	33,82
Titansäure	41,84
Kalkerde	22,86
	98,52.

Dieses Resultat nähert sich schon sehr dem von Fuchs erhaltenen, kann aber in sofern nicht richtig seyn, als die Kieselsäure sich etwas, obgleich sehr wenig, titansäurehaltig gezeigt hatte.

Bei andern Analysen schmolz ich den Titanit mit kohlensaurem Alkali, und behandelte die geschmolzene Masse mit Chlorwasserstoffsäure. Es geschah dadurch gewöhnlich eine völlige Auflösung, wenn der zuerst bleibende weifse Rückstand mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure digerirt wurde. Bisweilen blieb indessen ein brauner Rückstand, der der Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure hartnäckiger widerstand. Aus der chlorwasserstoffsauren Auflösung schlug Ammoniak kieselsaure Ti-

tansäure nieder, und aus der davon getrennten Flüssigkeit oxalsaures Ammoniak Kalkerde, die nur etwas weniger an Gewicht betrug, als in dem Minerale enthalten ist. Die kieselsaure Titansäure wurde getrocknet, und mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, welche Kieselsäure ungelöst hinterliefs und Titansäure auflöste, welche durch Ammoniak gefällt wurde. Diese Methode, welche wesentlich eigentlich schon die ist, welche Klaproth bei der Analyse des Salzburgischen Titanits befolgte, kann ziemlich annähernde Resultate geben, wenn man noch die Kieselsäure bestimmt, die gemeinschaftlich mit der Titansäure sich wieder aufgelöst hat, und in der Flüssigkeit enthalten ist, die nach Abscheidung derselben vermittelst Ammoniak erhalten wird. — Aber man ist niemals sicher, eine vollständige Trennung zu bewirken. — Ich habe übrigens abgewogene Mengen von reiner Kieselsäure und Titansäure, mit kohlensaurem Alkali geschmolzen, auf diese Weise sehr annähernd genau von einander getrennt.

Die Trennung der Kieselsäure von der Titansäure mifsglückt aber völlig, wenn man bei diesem Gange der Untersuchung des Titanits die durch Ammoniak gefällte und schwach getrocknete kieselsaure Titansäure mit kohlensaurer Natronlösung kocht, um die Kieselsäure aufzulösen. Die zurückbleibende Titansäure enthält eine sehr bedeutende Menge Kieselsäure.

Ich habe ferner den Titanit mit kohlensaurer Baryterde stark geglüht, in der Absicht, bei nachheriger Behandlung der geglühten Masse mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure die Kieselsäure gröfstentheils ungelöst zu erhalten. Ich erhielt in der That hierbei fast die Hälfte derselben; die andere Hälfte war mit der Titansäure, der Kalk- und Baryterde aufgelöst worden. Durch Ammoniak wurde aus der chlorwasserstoffsauren Auflösung kieselsaure Titansäure gefällt, aber die nachherige Bestimmung der Kalkerde war mit Schwierigkeiten verknüpft.

Die beste Methode, den Titanit zu zerlegen, wenn man alle Bestandtheile desselben direct bestimmen will, ist die vermittelst concentrirter Schwefelsäure. Der äufserst fein gepulverte Titanit wird in einer Platinschale mit Schwefelsäure übergossen, die mit etwas, ungefähr der Hälfte, Wasser vermischt worden ist. Man dampft unter Umrühren so lange ab, bis die Schwefelsäure anfängt sich zu verflüchtigen. Es löst sich die Titansäure in der Schwefelsäure auf, auch die Kalkerde wird ziemlich gut von der Kieselsäure geschieden. Nach dem Erkalten wird viel Wasser hinzugesetzt. Die ungelöst zurückbleibende Kieselsäure ist indessen nichts weniger als rein. Giefst man die Flüssigkeit von der Kieselsäure ab, so sieht man, dafs dieselbe noch mit einem gelblichen schweren Pulver gemengt ist, das sich deutlich von der weifsen Kieselsäure unterscheidet. Aber wenn man die Behandlung mit Schwefelsäure wiederholt, so bemerkt man, dafs die Menge des gelben Pulvers sich vermindert, indessen erst nach einer fünfmaligen Wiederholung der Behandlung erschien, nach Verdünnung der erkalteten Masse mit Wasser, die zurückbleibende Kieselsäure vollkommen weifs. Behandelt man sie indessen nach ihrer quantitativen Bestimmung mit kohlensaurer Natronauflösung, so bleibt ein unlöslicher Rückstand, der freilich beträchtlicher ist, als man ihn durch ähnliche Behandlung bei einer Kieselsäure erhält, die bei der Analyse irgend eines andern kieselsäurehaltigen Minerals erhalten worden ist, aber doch weit weniger an Gewicht beträgt, als der Rückstand, der bei der Kieselsäure des Titanits erhalten wird, wenn derselbe mit Chlorwasserstoffsäure behandelt worden ist. 1,022 Grm. Titanit vom Zillerthal gaben 0,338 Grm. Kieselsäure, deren Rückstand durch Behandlung mit kohlensaurer Natronauflösung 0,052 Grm. betrug. Derselbe wurde durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali vollständig zerlegt. Nach Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser blieben 0,044

Grm. Kieselsäure ungelöst; die davon getrennte Flüssigkeit enthielt keine Titansäure, wohl aber wurden aus derselben nach bekannten Methoden 0,008 Grm. Kalkerde erhalten.

Nach Bestimmung der Kieselsäure wurde die Titansäure durch Ammoniak gefällt. Ich erhielt 0,436 Grm., welche aber noch 0,011 Grm. Eisenoxyd enthielten, die nach Auflösung der Titansäure in concentrirter Schwefelsäure nach bekannten Methoden getrennt wurden.

Nach Abscheidung der Titansäure wurde der Kalkerdegehalt bestimmt. Es wurden 0,264 Grm. davon erhalten.

Das Resultat der Analyse im Hundert ist also folgendes:

Kieselsäure	32,29
Titansäure	41,58
Eisenoxyd	1,07
Kalkerde	26,61
	101,55.

Die Zersetzung des Titanits gelingt sehr gut vemittelst Schmelzens mit zweifach schwefelsaurem Kali, und geschieht dadurch leichter als vermittelst der Schwefelsäure. Hierbei aber tritt ein Umstand ein, durch welchen das Resultat der Untersuchung ein weit minder genaues wird. Ich habe schon oben bemerkt, dafs man einen Ueberschufs bei dieser Art der Zerlegung erhält, der oft sehr bedeutend seyn kann, und der aus der Ursach erfolgt, dafs die Kieselsäure eine merkwürdige Verbindung mit schwefelsaurem Kali einzugehen scheint, die im Wasser unlöslich ist, und die wohl verdient näher untersucht zu werden. Ich schmolz eine gewogene Menge von reiner Kieselsäure mit einem Uebermaafs von zweifach schwefelsaurem Kali, und behandelte die geschmolzene Masse so lange mit Wasser, bis dasselbe nicht mehr durch Baryterdesalzauflösung getrübt wurde, und abge-

dampft auf Platin keinen Fleck hinterliefs. Der ungelöste Rückstand wog bedeutend mehr als die angewandte Kieselsäure. Gegen Phosphorsalz und Soda vor dem Löthrohr verhielt er sich wie Kieselerde, gab indessen mit letzterer in der inneren Flamme eine rothe Perle.

1,019 Grm. vom Titanit vom Zillerthal wurden mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen. Mit Wasser behandelt hinterliefs die geschmolzene Masse 0,364 Grm. Kieselsäure, die, mit kohlensaurer Natronlösung behandelt, 0,098 Grm. Rückstand hinterliefsen. Dieser von Neuem mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen, wurde in 0,081 Grm. Kieselsäure und 0,013 Grm. Titansäure zerlegt. — Aus der von der Kieselsäure getrennten Auflösung fällte Ammoniak 0,432 Grm. Titansäure, welche sich ohne Rückstand in concentrirter Schwefelsäure auflöste. Der Eisenoxydgehalt wurde von derselben nicht getrennt. Nach Abscheidung der Titansäure wurde die Kalkerde abgeschieden, welche 0,510 Grm. an kohlensaurer Kalkerde betrug. Das Resultat der Untersuchung im Hundert war also:

Kieselsäure	34,05	
Titansäure	42,39	(eisenoxydhaltig)
Kalkerde	28,16	
	104,60.	

Der Ueberschufs rührt fast einzig davon her, dafs die Kieselsäure schwefelsaures Kali aufgenommen hatte; der Kalkerdegehalt wurde aber bei dieser Analyse, welche übrigens mit der vorhergehenden sonst übereinstimmt, richtiger bestimmt, als bei der früheren.

Hr. Rosales hat darauf in meinem Laboratorium durch Schwefelsäure, unter den oben angeführten Vorsichtsmafsregeln, den braunen Titanit von Arendal untersucht, der bedeutend eisenhaltiger als der vom Zillerthale ist. Die Resultate von zwei Analysen sind folgende:

	I.		Procente.
Kieselsäure	0,295	Grm.	30,69
Titansäure Eisenoxyd	0,458	-	47,65
Kalkerde	0,212	-	22,06
	0,967		100,60.

	II.		Procente.
Kieselsäure	0,122	Grm.	31,20
Titansäure	0,160	-	40,92
Eisenoxyd	0,022	-	5,63
Kalkerde	0,087	-	22,25
	0,391		100,00.

Aus den Resultaten der Analysen des gelblichgrünen Titanits vom Zillerthale und des braunen von Arendal ergiebt sich, dafs in dem Maafse der Kalkerdegehalt gröfser ist, der Eisengehalt kleiner wird, so dafs daraus hervorgeht, dafs letzteres als Oxydul im Minerale seyn mufs, welches die Kalkerde ersetzen kann.

Am leichtesten gelingt die Analyse des Titanits, wenn man ihn vermittelst der Fluorwasserstoffsäure zerlegt, nach der Art, wie diefs auch bei andern kieselsäurehaltigen Mineralien geschieht. Der Titanit wird im fein gepulverten Zustand unter bedeutender Erwärmung durch die Säure zersetzt.

Hr. Brooks aus Manchester hat auf diese Weise in meinem Laboratorium den braunen Titanit von Passau untersucht, denselben, der vor sehr langer Zeit schon von Klaproth analysirt worden war. Er erhielt, nach der bekannten Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure, von 0,981 Grm. des angewandten Minerals einen unlöslichen Rückstand von 0,017 Grm., oder von 1,73 Proc., der durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali in 0,008 Grm. oder 0,81 Proc. Kieselsäure, und in 0,009 Grm. oder 0,91

Proc. eisenhaltige Titansäure zerlegt wurde. Aufser diesem unlöslichen Rückstande betrug die Menge der erhaltenen Titansäure, Kalkerde und des Eisenoxyduls 0,6717 Grm. oder 68,46 Proc., so dafs also die Quantität der Kieselsäure, durch den Verlust bestimmt, 0,2923 Grm. oder 29,82 Proc. und mit der im unlöslichen Rückstande enthaltenen 30,63 Proc. beträgt. Die Menge der erhaltenen Kalkerde betrug 0,2453 Grm. oder 25,00 Proc.; die des erhaltenen Eisenoxyduls (aus erhaltenem Eisenoxyd berechnet) 0,0386 Grm. oder 3,93 Proc., und die der Titansäure direct bestimmt 0,4176 Grm. oder 42,56 Proc. Auf diese Weise gab die Untersuchung einen kleinen Ueberschufs, welcher durch ein nicht vollständiges Aussüfsen der Titansäure wahrscheinlich hervorgebracht worden war.

Kieselsäure	30,63
Titansäure	42,56
Eisenoxydul	3,93
Kalkerde	25,00
	102,12.

Der Sauerstoffgehalt der Besandtheile in den Titaniten vom Zillerthal, von Arendal und von Passau ist nach den zuletzt angeführten Analysen folgender:

	Zillerthal.	Arendal.	Passau.
In der Kieselsäure	16,77	16,21	15,91
In der Titansäure	16,51	16,25	16,89
Im Eisenoxydul	0,22	1,28	0,89
In der Kalkerde	7,47	6,25	7,02.

Man sieht hieraus, dafs der Sauerstoffgehalt in der Kieselsäure dem in der Titansäure gleich ist, und dafs der der Kalkerde und des Eisenoxyduls zusammengenommen die Hälfte von dem der Kieselsäure ausmacht. Die chemische Formel für die Zusammensetzung des Titanits ist also $\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \ddot{Ti}^3 \dddot{Si}$, und die nach dieser Formel be-

rechnete Zusammensetzung würde, wenn man das Mineral blofs aus Kieselsäure, Titansäure und Kalkerde sich zusammengesetzt denkt, im Hundert bestehen aus:

Kieselsäure	30,93
Titansäure	40,47
Kalkerde	28,60
	100,00.

Ich habe im Vorhergehenden die Untersuchungen über den Titanit besonders auch die, welche zu höchst unrichtigen Resultaten führten, etwas ausführlich beschrieben, um auf einen Umstand aufmerksam zu machen, der bei der Analyse kieselsäurehaltiger Verbindungen bisweilen von Wichtigkeit seyn kann, der aber bis jetzt vernachlässigt worden ist.

Wenn ein kieselsäurehaltiges Mineral durch eine Säure, z. B. durch Chlorwasserstoffsäure, zerlegbar ist, und durch dieselbe zersetzt worden ist, so kann die abgeschiedene Kieselsäure oft mehr, oft weniger rein seyn. Man pflegt sie auf die Weise auf ihre Reinheit zu prüfen, dafs man sie in einer Platinschale längere Zeit mit einem Ueberschufs einer Auflösung von kohlensaurem Natron kocht. Ist die Kieselsäure ganz rein, so löst sie sich vollständig darin auf; im entgegengesetzten Falle bleibt ein unlöslicher Rückstand. Der erstere Fall findet fast immer statt, wenn man das Mineral (im Fall dasselbe nicht zu den sehr schwer zersetzbaren gehört) durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali zerlegt und die Kieselsäure auf die gewöhnliche Weise abgeschieden hat; der letzte Fall ereignet sich aber, wenn man das feingeriebene Mineral unmittelbar durch eine starke Säure zerlegt hat. Man pflegt dann den unlöslichen Rückstand für unzerlegtes Mineral zu halten, und die Menge desselben von der angewandten Menge des Minerals abzuziehen.

Die Menge des unlöslichen Rückstandes beträgt bald

mehr, bald weniger. Bei der Untersuchung desselben Minerals kann er bei Anwendung derselben Säure gröſser oder geringer seyn, wenn man auch Pulver von einerlei Feinheit anwendet. Ist die kieselsäurehaltige Verbindung sehr leicht durch Chlorwasserstoffsäure zersetzbar und scheidet sich die Kieselsäure als Gallerte aus, so enthält dieselbe mehr von dem unlöslichen Rückstande, wenn man das Pulver des Minerals mit sehr starker Chlorwasserstoffsäure behandelt, und nicht sehr lange die Säure mit dem Pulver durch's Umrühren mengt, so daſs sich die Gallerte sehr bald bildet. Man muſs das Pulver mit etwas verdünnter Säure lange reiben, damit sich sehr spät die Gallerte bilden kann, und möglichst lange die Säure auf das Pulver einwirken lassen, wenn man eine sehr reine Kieselsäure erhalten will, die sich mit einem sehr geringen Rückstand in kohlensaurer Natronauflösung auflöst.

Man ist allgemein der Meinung, und ich habe früher diese Meinung getheilt, daſs, wenn eine kieselsäurehaltige Verbindung durch Chlorwasserstoffsäure nur theilweise und nicht ganz vollständig zersetzt wird, das, was unzersetzt geblieben ist, von der angewandten Verbindung in der Zusammensetzung nicht verschieden ist. Die unvollkommene Zersetzung konnte also entweder nur aus dem Grunde herrühren, daſs einige Theile der Verbindung feiner, andere minder fein angewendet wurden, oder auch aus der Ursach, daſs durch ein zu wenig anhaltendes Umrühren die ausgeschiedene Kieselsäure einige Theile des unzersetzten Minerals umhüllt, und dadurch gegen die Einwirkung der Säure geschützt habe. Man hat nie geglaubt, daſs durch die Behandlung mit Säuren, namentlich mit Chlorwasserstoffsäure, einige Bestandtheile der Verbindung vorzugsweise aufgelöst und andere mehr ungelöst zurückbleiben können.

Mehrere Untersuchungen indessen von in der kohlensauren Natronlösung unlöslichen Rückständen haben

meine Ansicht über die Zusammensetzung derselben ganz verändert. Allerdings können dieselben bisweilen, wenn man ein zu grobes Pulver angewandt hat, aus unzersetztem Minerale bestehen; in den meisten Fällen aber bestehen sie, namentlich wenn zeolithartige Verbindungen zerlegt worden sind, fast nur aus Kieselsäure, mit einer sehr geringen Menge von Basen, mit denselben eine sehr saure Verbindung bildend. Es ist merkwürdig, wie gering die Menge der Basen zu seyn braucht, um mit Kieselsäure eine Verbindung zu bilden, die beim Kochen mit kohlensaurer Natronauflösung ganz ungelöst bleibt. Der Rückstand aus zeolithartigen Verbindungen enthält gewöhnlich einige 90 Procent Kieselsäure, bisweilen zwischen 96 und 97 Proc., häufig auch etwas weniger; das Uebrige besteht aus Thonerde und Kalkerde.

Keine kieselsäurehaltigen Verbindungen geben indessen so bedeutende Rückstände, wenn man die ausgeschiedene Kieselsäure derselben mit kohlensaurer Natronauflösung behandelt, wie die, welche Titansäure enthalten, und namentlich, wie wir gesehen haben, die des Titanits, der freilich schwer durch Säuren zersetzt wird. Wie verschieden diese Rückstände zusammengesetzt sind, und welche bedeutende Fehler man begehen würde, wenn man sie, als unzersetztes Mineral ansehen würde, ergiebt sich aus dem Vorhergehenden. Um noch mehr Beweise dafür zu geben, mag es mir erlaubt seyn, aus den früher angeführten Analysen Beispiele hier anzuführen.

Als 2,335 Grm. Titanit aus dem Zillerthale mit Chlorwasserstoffsäure zerlegt worden, wurden 1,192 Grm. Kieselsäure erhalten, die bei der Behandlung mit kohlensaurer Natronlösung 0,711 Grm. unlöslichen Rückstand hinterliefsen. Würde man diese für unzerlegtes Mineral halten, so wäre die Zusammensetzung des Titanits im Hundert:

Kieselsäure	29,62
Titansäure	48,27
Kalkerde	22,39
	100,28.

Bei einer zweiten Untersuchung desselben Titanits erhielt ich aus 1,635 Grm. desselben 0,636 Grm. Kieselsäure, die 0,276 Grm. unlöslichen Rückstand hinterliefsen. Nach der Annahme, dafs letztere aus unzersetztem Minerale bestanden hätten, wäre der Titanit zusammengesetzt aus:

Kieselsäure	26,49
Titansäure	48,12
Kalkerde	23,65
	98,26.

Aus der Aehnlichkeit beider Resultate ergiebt sich, dafs die Rückstände in beiden Analysen von ähnlicher Zusammensetzung gewesen seyn mufsten. Sie enthielten aufser Kieselsäure bei weitem mehr Kalkerde als Titansäure.

Als ich 1,022 Grm. des Titanits vermittelst Schwefelsäure zerlegte, erhielt ich 0,338 Grm. Kieselsäure und aus dieser einen Rückstand von 0,052 Grm. Wären dieselben für unzersetztes Mineral gehalten worden, so hätte sich folgende Zusammensetzung für den Titanit ergeben:

Kieselsäure	29,42
Titansäure	43,81
Eisenoxyd	1,19
Kalkerde	27,22
	101,64.

Jener Rückstand bestand aus Kieselsäure, etwas Kalkerde ohne Titansäure.

Bei der Zerlegung des Titanits vermittelst Schmelzens mit zweifach schwefelsaurem Kali wurde bei 1,019

Grm. des angewandten Minerals 0,364 Grm. Kieselsäure erhalten, die einen Rückstand von 0,098 Grm. gaben. Er fand sich, ganz verschieden von der Zusammensetzung der Rückstände, bei denen das Mineral durch Säuren zerlegt worden war, aus Kieselsäure und Titansäure ohne Kalkerde bestehend. Würde man ihn indessen für unzersetztes Mineral gehalten haben, so würde nach dieser Analyse der Titanit im Hundert bestehen aus:

Kieselsäure	28,88
Titansäure	46,91
Kalkerde	31,17
	106,96.

Wenn bei einer Analyse einer kieselsäurehaltigen Verbindung die Menge des in kohlensaurer Natronlösung unlöslichen Rückstandes sehr unbedeutend ist, so ist freilich der Fehler nicht sehr grofs, wenn man denselben für unzerlegtes Mineral hält; man begeht aber einen weit geringeren Fehler, ihn, wenn man ihn nicht einer eigenen Untersuchung unterwerfen will, für reine Kieselsäure zu halten.

Bedeutender indessen wird der Fehler bei der Untersuchung von Gebirgsarten, welche aus einem Bestandtheil bestehen, der durch Chlorwasserstoffsäure zerlegt wird, und einen andern, welcher der Einwirkung derselben mehr oder weniger widersteht. Wenn eine solche gepulverte Gebirgsart mit einer Säure behandelt worden ist, so besteht der darin unlösliche Rückstand aus dem durch Säuren nicht zersetzbaren Bestandtheile, und der Kieselsäure des durch dieselben zersetzbaren Bestandtheils. Man pflegt letztere auf die Weise zu trennen, dafs man den unlöslichen Rückstand mit kohlensaurer Natronauflösung kocht, wodurch sie aufgelöst wird. Aber gerade hierbei bleibt ein nicht unbedeutender Theil der Kieselsäure mit sehr geringen Mengen von Basen verbunden in der kohlensauren Natronlösung ungelöst. Wenn

man darauf den durch Säuren unzersetzbaren Bestandtheil zur Zersetzung mit kohlensaurem Alkali schmilzt und die Kieselsäure auf die bekannte Weise abscheidet, so beträgt diese aus den angeführten Gründen an Gewicht weit mehr, als in dieser durch Säuren nicht zersetzbaren Verbindung wirklich enthalten ist.

XII. *Ueber das Atomgewicht des Eisens; von HH. L. Svanberg und Norlin.*

(Aus No. 3 des seit Anfang dieses Jahres von der Stockholmer Academie veröffentlichten *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar.*)

Hr. Freiherr Berzelius erstattete von dieser, ihm und Hrn. Mosander in der letzten Sitzung der Academie übergebenen Abhandlung folgenden Bericht.

Die erste genauere Bestimmung des Atomgewichts vom Eisen wurde von mir im J. 1809 unternommen und findet sich in den *Afhandlingar i fysik, kemi och mineralogi*, *T. III p.* 218, beschrieben. Der im Eisen befindliche Gehalt an Kohle wurde auf die Weise bestimmt, dafs ich dasselbe in Salzsäure löste, das entwickelte Wasserstoffgas in Sauerstoffgas über Kalkwasser verbrannte, die kohlensaure Kalkerde sammelte und daraus den Kohlegehalt berechnete. Eine andere Portion desselben Eisens wurde in Salpetersäure gelöst, zur Trockne verdunstet und geglüht; nach Abrechnung des Kohlegehalts wurde dann, im Mittel von sechs Versuchen, für die Zusammensetzung des Eisenoxyds erhalten: 69,34 Proc. Eisen und 30,66 Proc. Sauerstoff, woraus sich das Atomgewicht des Eisens zu 339,205 berechnete. Seitdem ist bekannt geworden, dafs sich die Kieselsäure reduciren und deren Radical mit dem Eisen verbinden kann, aber

der Sauerstoffgehalt dieser Säure ward erst 15 Jahre später ermittelt. Es war auch unbekannt, daſs bei Auflösung eines kieselhaltigen Eisens in Säuren ein nicht unbedeutender Theil der Kieselsäure neben dem Eisen aufgelöst wird, und, als mithin bei diesem Versuch nur eine geringe Spur von Kieselsäure ungelöst blieb, nahm man an, die Gegenwart des Kiesels im Eisen habe auf das aus dem Versuche berechnete Atomgewicht des letzteren keinen wesentlichen Einfluſs. Das aus diesen Versuchen abgeleitete Atomgewicht wurde späterhin in die Wissenschaft aufgenommen. Durch einen Versuch von G. Magnus, wobei Eisenoxyd durch Wasserstoffgas reducirt, uud gefunden wurde, daſs dasselbe 30,671 Proc. Sauerstoff abgab, wurde dieſs Atomgewicht i. J. 1825 bestätigt. Kurz darauf erklärte indeſs Stromeyer, daſs, nach seinen Messungen, das Eisenoxyd nicht mehr als 30,16 Proc. Sauerstoff enthalte, mithin das Atomgewicht höher sey als angenommen worden.

Im Laufe des verflossenen Jahres veröffentlichte Wackenroder die früher von Stromeyer angestellten Versuche, an welchen er als Zögling mitgeholfen hatte, so wie auch einige von ihm allein angestellte Versuche, nach deren Mittelresultat das Eisen nicht mehr als ungefähr 30 Proc. Sauerstoff enthalten konnte. Diese Versuche wurden durch Reduction des Eisenoxyds mittelst Wasserstoffgas angestellt. Wackenroder lieſs es dabei dahingestellt, in wiefern das durch Zink und Schwefelsäure entwickelte und ungewaschene Wasserstoffgas, welches er zu der Reduction anwandte, etwas im Eisen abgesetzt und so das abweichende Resultat veranlaſst haben könnte.

Diese Angabe bewog mich, Hrn. L. Svanberg zu einer neuen und gründlichen Untersuchung des Atomgewichts vom Eisen zu veranlassen; dadurch ist dann die gegenwärtige Arbeit entstanden, die von den HH. Svanberg und Norlin gemeinschaftlich ausgeführt worden ist.

Ihre Versuche sind zweierlei Art: 1) Oxydation des Eisens mittelst Salpetersäure, Eintrocknung des salpetersauren Eisens und Glühen des Rückstandes, 2) Reduction von Eisenoxyd mittelst Wasserstoffgas, das durch eine Lösung von Bleioxyd in Kali gewaschen und sodann durch Chlorcalcium getrocknet worden Nach jedweder Weise wurden sieben Versuche angestellt.

Bei den Oxydationsversuchen glaubten sie zu finden, dafs, wenn sie in Platintiegeln angestellt wurden, der katalytische Einflufs des Metalls beim Glühen einen geringen Sauerstoffverlust beim Eisenoxyd veranlasse, in den Punkten, welche unmittelbar das Platin berührten. Sie haben deshalb nur diejenigen Versuche für gut angesehen, welche in Glaskolben angestellt wurden, in welchen auch das letzte Glühen geschah. Aus diesen sieben Versuchen ergab sich das Atomgewicht des Eisens im Minimo =348,72 und im Maximo =349,523.

Die Reductionsversuche geschahen unter Beachtung der nöthigen Vorsichtsmafsregeln, damit sowohl das Eisen vollständig reducirt, als auch die Condensation von Gas in dem reducirten verhindert werde. Aus diesen fand sich das Atomgewicht des Eisens im Minimo =350,093 und im Maximo =350,828. Die Mittelzahl aller vierzehn Versuche giebt das Atomgewicht des Eisens im luftleeren Raum =349,809. Daraus folgt, dafs das Eisen oxydul 22,2436 Proc. und das Eisenoxyd 30,0114 Proc. Sauerstoff enthält.

Da dieses Resultat um fast 10 Einheiten von dem zuvor angenommenen Atomgewicht abweicht, so glaubte ich dasselbe durch eigene Versuche prüfen zu müssen.

Zu diesen Versuchen bediente ich mich eines Eisens, welches in der Gufsstahlfabrik des verstorbenen Bergraths Broling in kleinen Stücken mit metallfreiem Glase und Eisenoxydul gemengt und darauf mit Koaks in einem Tiegel von feuerfestem Thon niedergeschmolzen, dadurch also, durch den Einflufs des Eisenoxyds beim

beim Schmelzen, so viel wie möglich von Kohle und Kiesel befreit worden war. Dieses Eisen löste ich in Salpetersäure, dunstete die Lösung im Platintiegel zur Trockne ab, und glühte den Rückstand im bedeckten Tiegel. Es wurden zwei Versuche angestellt; der eine gab für das Atomgewicht des Eisens 350,27, der andere 350,369. Diese Zahlen fallen zwischen das von HH. Svanberg und Norlin gefundene Minimum und Maximum, und bestätigen also deren Resultat. Um zu sehen, in wiefern aufgelöste Kieselerde das abweichende Resultat der älteren Versuche veranlaſst haben könnte, löste ich ein Stückchen einer gereinigten ganz dünnen Eisenplatte, angefertigt zu Skebo, in Salpetersäure, filtrirte die Lösung, dunstete sie ein und glühte den Rückstand. Als darauf das Oxyd auf gewöhnliche Weise auf Kieselsäure untersucht wurde, fand sich darin ein nicht so unbedeutender Antheil dieser Säure.

XIII. *Vorläufige Notiz ein neues, dem Allanit ähnliches Mineral betreffend; von A. Breithaupt.*

Wenn sich auch voraussehen läſst, daſs ich die Untersuchung dieses Minerals in diesem Jahre noch befriedigend zum Schlusse bringen werde, so habe ich doch besondere Gründe folgende Notiz bekannt zu machen.

Im vorigen Jahre fand Hr. Kerndt, ein eifriger junger Mineralog und Chemiker, den Chondrodit von Boden, bei Marienberg im sächsischen Erzgebirge, viel schöner auf, als man bisher dieſs Mineral von diesem Fundorte kannte; zugleich aber kam auch ein ausgezeichneter Felsit mit vor, den ich untersuchte und für Oligoklas erkannte. Ich veranlaſste nun, daſs beide Mi-

neralien in gröfserer Menge herbeigeschafft würden, und als ich diese erhielt, entdeckte ich in dem Oligoklas ein Mineral, das ganz das Ansehen des Glanzes, der Farbe, meist auch der Gestalten etc. vom Allanit (aus Grönland), Orthit, Gadolinit und Pyrrothit hatte, und, nach einigen Löthrohrversuchen, jene merkwürdigen Bestandtheile enthielt, welche diese Mineralien auszeichnen. Nun schickte ich *auf meine Kosten* einen Bergmann danach aus, als wodurch ich in den Stand gesetzt bin, das neue Mineral weiter zu untersuchen. Was ich von den Stükken nicht gebrauchte gab ich, gleichfalls noch im vorigen Jahre, an die Mineralien-Niederlage zu Freiberg ab.

Obwohl man durch das *blofse Ansehen* die genannten vier Mineralien und das neue von Boden nicht unterscheiden kann, so will ich doch einiges von den Eigenschaften des letzteren hervorheben. Es findet sich in bis 1 Linie breiten und bis 1 Zoll langen Säulen, welche porphyrartig im Oligoklas liegen. Die Prismen lassen sich vom Oligoklas nicht lösen, aber sie weichen vom rechten Winkel gewifs nur sehr wenig ab. Sie müssen jedoch rhombische seyn, und diefs geht aus dem Umstande hervor, dafs eine zwar selten zum Vorschein kommende, aber dann nicht undeutliche Spaltungsrichtung existirt, die wohl unzweifelhaft die brachydiagonale ist. Die Säulenform der Krystalle geht sehr gewöhnlich in unbestimmte Umrisse über, an denen weiter nichts als muschliger Bruch hervorgerufen werden kann.

Die Farbe des neuen Minerals erscheint zwar auf den ersten Blick schwarz, in dünneren Stellen geht sie jedoch in's Braune über, und die dünnsten Splitter sind ganz blafs rauchgrau, wie manche Quarze, dabei bis halbdurchsichtig. Das Strichpulver ist farblos.

Ungeachtet der Aehnlichkeit mit den genannten Mineralien ist es doch keinem derselben ganz gleich, scheint aber dem grönländischen Allanit am nächsten zu stehen. An Ceroxyd scheint es besonders reich zu seyn. — Ich will es nach dem Fundorte *Bodenit* nennen.

Zu Boden kommen in einem wahrscheinlich eruptiv in's Schiefergebirge eingedrungenen Stocke körnigen Kalksteins aufser den genannten Mineralien noch vor: edler Serpentin, Magneteisenerz, Hessonit, ein grofsblättriger Kalkspath und ein schwarzbrauner Astrit (optisch einaxiger Glimmer). Neben Oligoklas habe ich nie andere als optisch einaxige Glimmer aufgefunden.

Schon im vorigen Jahre habe ich den meisten meiner Hrn. Zuhörer die ganze Mannichfaltigkeit der Mineralien von Boden vorgelegt, auch in der methodischen Sammlung der Bergacademie ein grofses Aufsatzstück Oligoklas mit Bodenit aufgestellt. Ich lege auf diese Entdeckung deshalb einigen Werth, als sie ein erstes Beispiel giebt, dafs auch in Deutschland jenes so complicirte Gemisch seltener Metalloxyde vorkommt.

Freiberg im Mai 1844.

XIV. *Ueber den Piauzit, ein Erdharz; von W. Haidinger.*

Die Nachricht über dieses in mancher Beziehung interessante Mineral möge mit seiner Beschreibung beginnen.

Derb. Bruch unvollkommen muschlig.

Fettglanz. Farbe schwärzlichbraun. Strich gelblichbraun. An den dünnsten Kanten etwas durchscheinend.

Milde, etwas Glanz auf der geschnittenen Stelle. H=1,5. G=1,220.

Wenn auch unter dem Messer milde, ist der Piauzit bei seiner geringen Härte von einem so geringen Zusammenhang, dafs man ihn, so wie andere Erdharze, leicht zwischen den Fingern zerreiben kann. Er ist von zahlreichen, oft ziemlich parallel hinter einander folgenden Klüften durchzogen.

Einer meiner Zuhörer, Hr. Gustav Faller, gegenwärtig Assistent der Lehrkanzel für Bergbaukunde in Schemnitz, untersuchte folgende Eigenschaften in dem Laboratorio des k. k. Hrn. General-Land- und Hauptmünz-Probirers A. Löwe.

Bei 315° C. schmilzt der Piauzit, entzündet sich, und verbrennt darauf bei einer etwas höheren Temperatur mit einem eigenthümlichen aromatischen Geruch, lebhafter Flamme und starker Rufsentwicklung zu Asche.

Der Schmelzpunkt wurde in einem Leinölbade bestimmt.

Der Piauzit ist vollständig auflöslich in Aether und in Aetzkali; wasserfreier Alkohol löst ihn gleichfalls gröfstentheils auf, welches in dem wasserhaltigen nur zum Theil geschieht. Rauchende Salpetersäure verändert die Farbe des dunkelbraunen Harzes in gelblichbraun. Wasser scheidet aus der ätherischen Auflösung bei der Digestion das Harz an der Oberfläche mit gelblichbrauner Farbe aus. In einer Glasröhre erhitzt, destillirt eine gelbliche, sauer reagirende, ölige Flüssigkeit ab. Im gewöhnlichen Zustande hat der Piauzit $3\frac{1}{4}$ Proc. hygroskopisches Wasser. Der trockne giebt 5,96 Proc. Asche.

Der Piauzit wurde mit einer Sendung des Fürstlich Auersperg'schen Werks-Complexes Hof im Neustädter Kreise in Krain durch das k. k. Berggericht und Oberbergamt zu Klagenfurt an die k. k. Montanistische Hofkammer in Wien übermacht. Die Eigenschaften desselben schienen es zu erfordern, ihn von den übrigen Erdharzen, mit welchen er so manche Eigenschaft gemein hat, doch durch einen eigenen Namen zu unterscheiden, mehr um die Aufmerksamkeit künftiger Forscher darauf fest zu halten, als um ihn als eigene Species zu bestimmen, denn wir sind in Bezug auf die ganze Abtheilung natürlicher Körper, wozu dieser gehört, noch nicht bis zu dem Punkte gelangt, um etwas Unabänderliches vorzuschlagen.

Der Name bezieht sich auf den Fundort, ein Braunkohlenwerk in der Nähe von Piauze, nördlich von Neustadtl, in einer tertiären Mulde, die von Thonschiefergebilden umgeben ist. Das Braunkohlenflötz selbst ist bis eilf Lachter mächtig durchfahren mit einem nordnordöstlichen Streichen und westlichem Einfallen von 28 Grad. Es besteht aus festerer Braunkohle und aus bituminösem Holze. Der Piauzit selbst bildet bis zehn Zoll mächtige Gangtrümmer, ist also während des Processes der Braunkohlenbildung aus der wahrscheinlich im natürlichen Zustande sehr harzreichen Substanz des Holzes ausgepreſst. Auch in dem bituminösen Holze selbst bildet er schwächere Lagen, wie ausgefüllte Sprünge, und diese insbesondere sind von glatten Druckklüften senkrecht auf die Längenstructur des Holzes durchsetzt.

Die leichte Entzündlichkeit und der viele Ruſs, welchen der Piauzit beim Verbrennen absetzt, veranlaſsten die technische Anwendung desselben zum Anschwärzen (Blaken) der Gieſsformen bei dem Eisenguſswerke daselbst.

Eine neuerliche Einsendung von der Direction des Werks-Complexes und spätere Nachrichten geben das Vorkommen nur zu einer Mächtigkeit von 1 bis 1½ Zoll an, nnd zwar in Gestalt eines Ganges, der sich in der Sohle in zwei noch schwächere Trümmer theilt.

XV. *Ueber die Höhe des ewigen Schnees an den beiden Abhängen des Himálaya-Gebirges.*

Ein neu angekommenes Stück des ostindischen Journals für Naturgeschichte von Mac Clelland und Griffith (*Calcutta Journal*, *January* 1844) enthält eine sehr entscheidende und für die physikalische Erdbeschreibung

wichtige Erläuterung über die Gränze des ewigen Schnees an beiden Abhängen des Himálaya, dem nördlichen tübetanischen und dem südlichen indischen.

Als man im Jahre 1820 zuerst erfuhr, dafs der Capitän Webb in dem Pafs von Niti und in der tübetanischen Hochebene von Daba, wie früher Moorcroft an dem Heiligen See (Manassarovar) das Erdreich, zwischen 30° und 32° nördlicher Breite auf Höhen schneefrei gefunden hatte, wo in der Andes-Kette von Quito, unter dem Aequator, 1800 bis 2000 Fufs tiefer, schon Alles im ewigen Schnee vergraben liegt, schien diese Thatsache mit den bisher erkannten Gesetzen der abnehmenden Wärme in Höhe und Polarabstand in vollem Widerspruche zu stehen. Weizenfelder wurden in der tübetanischen Hochebene bis 11300 Par. Fufs, Gerstenfelder bis 13800 Fufs Höhe gesehen. Durch Pentland's erste geognostische Reise nach Bolivia (dem oberen Peru) im Jahr 1827 wurden ähnliche Verhältnisse bekannt. Auf der westlichen Andeskette von Bolivia fand Pentland die Gränze des ewigen Schnees unter 14° ½ und 18° südlicher Breite erst 17400 Par. Fufs hoch über der Meeresfläche, wenn diese Gränze unter der Linie bei Quito nur 14850 Fufs hoch liegt. In dem dritten Theile seines neueren Werkes: *Asie centrale* (*p.* 233—327) hat Alexander v. Humboldt die physischen Ursachen, welche diese scheinbaren Widersprüche bedingen, weitläufig entwickelt und den Gegenstand unter einem allgemeineren Gesichtspunkte behandelt, als er es in zwei früheren Abhandlungen: *sur les Montagnes de l'Inde* (*Annales de chimie et de physique, T. XIV p.* 5—55) wegen Mangel vollständiger Beobachtungen hatte thun können. Hr. v. Humboldt sucht zu beweisen, dafs man die Höhe, in welcher Schnee sporadisch fällt, mit der Gränze des ewigen Schnees, dafs man, hypsometrisch, die Abhänge von Bergen bei tiefen Durchbrüchen der Flüsse durch die Himálaya-Kette mit den Gipfeln ver-

wechselt habe, die aus dem tübetanischen Plateau aufsteigen, oder, mit dem eigentlichen nördlichsten Abhange des Himálaya selbst. Humboldt hält die *mittlere Höhe* der tübetanischen Hochebene zwischen 71° und 83° östlicher Länge (also zwischen dem N. — S. streichenden Bolor und dem grofsen, einst mit dem Buramputer verwechselten Flusse Yaru-Dzangbo-Tchou) für nicht gröfser, als 10,800 Par. Fufs; sie erreicht also kaum die kornreiche Ebene von Caxamarca im nördlichen Peru; sie ist 1200 Fufs niedriger als die Hochebene von Titicaca, der Ursitz der Incas-Cultur, eben so viel niedriger als das Strafsenpflaster der Stadt Potosi. Humboldt zieht aus vielen Messungen das Resultat, dafs die ewige Schneegränze am Himálaya an dem nördlichen Abhange 15,600, an dem südlichen 12,200 Fufs hoch liegt. Wenn die Schneeberge nicht in Ketten vereinigt, nicht theilweise an Hochebenen angelehnt wären, sondern über die Oberfläche des Meeres als isolirte Kegel aufstiegen und eine ganz gleiche Breiten-Dimension hätten, so würde die Schneegränze vom Aequator gegen beide Pole hin sich ununterbrochen und regelmäfsig erniedrigen, und unter verschiedenen Meridianen würde sie eine gleiche Höhe über einer Linie *gleicher Sommerwärme* (Isothere) behaupten, die im Niveau des Meeres gezogen wird. Da nun die *Isotheren* im Inneren der Continente einen convexen Scheitel haben, so erhebt sich die Schneegränze, wegen der geringeren Sommerwärme der Küsten, von diesen gegen den Continent hin. Die Himálaya-Kette, wie schon längst mit vielem Scharfsinn Leopold v. Buch bemerkt hat, setzt eine Gränze dem Klima von Hindostan. Sie hindert, wie eine grofse Mauer, das Vordringen der *Mussons*, und macht einen wichtigen Abschnitt in der südasiatischen Meteorologie. Auf den grofsen Höhen des Tübet fällt nur sehr wenig Schnee: eben so ist es, nach Hugi, in den Schweizer Alpen, wenn man die Masse des jährlich gefallenen Schnees

in 7000 und 10000 F. Höhe vergleicht. Die mittlere Höhe der Schneegränze hängt nicht von der mittleren Temperatur des ganzen Jahres, sondern von der der Sommermonate ab. Sie ist *die* Höhe, in der der Schnee sich in den heifsesten Monaten ungeschmolzen erhält, und als ein sehr verwickeltes Phänomen wird sie gleichzeitig modificirt durch die Temperatur der Ebenen, über welche sie sich unter verschiedenen Breiten erhebt, durch die Gröfse und Dauer der Sommerwärme, durch die Quantität Schnee, welche im Laufe des ganzen Jahres gefallen ist, durch die Richtung schneeschmelzender hoher Winde, durch die mehr oder minder continentale Lage des Gebirges (seine Entfernung von einer östlichen oder westlichen Küste), durch die Ausdehnung und Höhe der Hochebenen, an welche das Gebirge von einer oder von zwei Seiten angelehnt ist, durch die Trockenheit der umgebenden Atmosphäre, ihre Durchsichtigkeit (heiteren oder nebeligen Zustand), welche die Wirkung der Sonne und den Wärmeverlust durch Strahlung bestimmen, endlich durch den Grad der Steilheit der Abhänge und die Nähe oder Entfernung anderer erkältenden Schneegipfel. Hr. v. Humboldt hat in seinem neuesten Werke über Central-Asien gezeigt, dafs in den neuesten Zeiten, besonders durch den Lieutenant Thomas Hutton, vom 37. Regimente (*Assistant Surveyor of the Agra Division*), in Indien selbst wieder Zweifel über den Unterschied der Schneehöhe an beiden Himálaya-Abhängen erregt worden sind, nachdem der vortreffliche Colebrooke, Webb und Hodgson, Jacquemont, Forbes Royle und Dr. Lord, die auch alle jene Gegenden aus eigener Anschauung kannten, einstimmig den Schneemangel und die gröfsere Höhe der Schneegränze am tübetanischen Abfall bekräftigt haben. Diese Thatsache aber gewährt mehr als ein blofs meteorologisches Interesse, sie hat einen Einflufs auf das Leben der Völker ausgeübt. Meteorologische Processe des Luftkreises

gestatten oder entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdstriche des asiatischen Hochlandes. Hrn. v. Humboldt's Werk über Central-Asien hat den Streit über den Himálaya-Schnee, der nun schon ein Viertel-Jahrhundert dauert, von Neuem angefacht. Der indische Geognost Mac Clelland, Herausgeber des *Calcutta-Journal*, hatte die vom Lieutenant Hutton und früher von John Gerard erregten Zweifel lebhaft verstärkt. So war die Lage der Dinge, oder vielmehr die Lage unseres Wissens im Anfange des Jahres 1844. — Ein Mann von großer Erfahrung tritt nun im *Calcutta-Journal* (Januar 1844) sehr unwillig auf, und redet der älteren Meinung von der höheren tübetanischen Schneegränze das Wort. Wir wollen Einiges aus dem Briefe mittheilen, den Hr. Batten (*Bengal service*) aus dem Lager von Semulka, am Cosillah River, in der Provinz Kumaon, an Hrn. Mac Clelland (23. Decemb. 1843) richtet: »Erst spät, aber mit Verwunderung,« sagt er, »lese ich die Behauptungen des Hrn. Hutton über die Schneegränze, und ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig, öffentlich solchen Behauptungen zu widersprechen, als Hr. Mac Clelland so weit geht, von dem Verdienst zu sprechen, daſs sich der Lieutenant, jetzt Capitän, Hutton, dadurch erworben haben soll, daſs er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt habe. Es wird sogar behauptet, daſs Jeder, welcher das Himálaya-Gebirge besucht hat, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin einer von Denen, die den westlichen Theil unser mächtigen Gebirgskette am meisten durchstrichen haben. Ich war durch den Borendo-Paſs in das Buspathal und das untere Kunawur-Land gekommen, und kehrte durch den hohen Rupin-Paſs in die Rewaien-Berge von Gurwal zurück. Ich drang zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri vor, wandte mich von da zu den Ganges-Zweigen (*Branches*) von Mundakni und Vischnu-Aluknunda nach Kadarnath und dem berühm-

ten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Pafs nach dem tübetanischen Hochlande. Das *settlement* von Bhote Mehals in Kumaon habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingeborenen Reisenden in Verkehr gesetzt, die ich auf das Sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können, und nach allen, auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheidigen, *dafs in dem Himálaya die Gränze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetanischen) Abhange höher liegt, als an dem südlichen (indischen).* Capitän Hutton, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht des Phänomens zu widerlegen glaubt, verunstaltet das Problem und ficht gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantasiebild. Er sucht zu beweisen, was ich ihm gern zugebe, dafs in einzelnen Bergen der Schnee länger auf der nördlichen, als auf der südlichen Seite liegen bleibt. Was man nach Webb's Messungen bisher behauptet hat, und was ich hier wieder bekräftige, ist: dafs in derselben Zeit, z. B. an einem Septembertage, wo in Tübet oder dem Hochlande der chinesischen Tartarei in 17000 oder 18000 engl. Fufs Höhe von einem Reisenden wenig oder gar kein Schnee gesehen wird, ein anderer Reisende an der südlichen Seite der hohen Piks tiefen Schnee schon in 14000 Fufs Höhe über dem Meere findet. Ich rede hier nur von den Thatsachen selbst: über die wahre Ursache der Erscheinung bin ich weit entfernt, meinen Glauben auf Hnmboldt's Meinungen ganz zu beschränken. (*I am far from pinning my faith to even* Humboldt *in this point of the causes of the phenomena.*) Ueber die Ursachen läfst sich viel hin und her streiten.« (Aus den Berlinischen Nachrichten etc. vom 14. Juni 1844.)

XVI. *Neu entdeckte Diamantenlager in Mexico.*

Nach den neusten Nachrichten, die man aus Mexico von Hrn. v. Gerold, der selbst so viel zur geognostischen Kenntnifs des Landes beigetragen, empfangen hat, sind nun auch im grofsen mexicanischen Gebirgsrücken, in der *Sierra madre*, in der Richtung gegen *Acapulco* (also in Südsüdwest von der Hauptstadt), Diamanten wie am Ural entdeckt worden. Al. v. Humboldt hatte Diamanten und Platin weiter in Nordwest, in der Goldwäscherei der Sonora vermuthet. Auch wird berichtet, dafs in Ober-Californien, so wie in Nuevo Mexico ungeheure Strecken von *Gold-placeres* (goldhaltigem Schuttlande) aufgefunden worden sind. Sie befinden sich gröfstentheils in den Händen wilder Stämme, ein Umstand, der das Vordringen der Nord-Amerikaner und die fortschreitende Besitznahme jener Länder durch Fremde sehr beschleunigen wird. Im alten mexicanischen Gebiet sind, trotz der dem Handel feindlichen Mafsregeln, der Bergbau und der innere Wohlstand im Zunehmen. So grofs ist die Productivkraft dieses von der Natur gesegneten Landes. (Allg. preufs. Zeit. 1844, No. 107.)

XVII. *Ueber die Ausdehnung des Wassers unter 0°; vom Fürsten zu Salm-Horstmar.*

— Ich habe die Beobachtung gemacht, dafs das Wasser, in einer mit Kugel versehenen Thermometerröhre möglichst luftleer ausgekocht und die Röhre darauf zugeschmolzen, sich von circa — 4° R. beständig ausdehnt bis — 10° R. Die Beobachtung wurde angestellt mit ei-

nem von Hrn. Greiner jun. in Berlin zu diesem Zweck angefertigten Wasserthermometer, in welchem ein Quecksilberthermometer eingeschlossen war.

Der Versuch wurde in künstlicher Kälte angestellt, mit Hülfe von Eis und Kochsalz. In diesem Gemenge stand ein mit Weingeist gefüllter Glascylinder, in welchem sich das Wasserthermometer befand.

Als das im Wasserthermometer eingeschlossene Quecksilberthermometer — 10° R. anzeigte, zersprang das Wasserthermometer durch Gefrieren des Wassers, wahrscheinlich durch eine Erschütterung veranlafst.

Der Gang der Ausdehnung des Wassers war ziemlich gleichmäfsig.

Da die Ausdehnung des Wassers unter 0° vielleicht noch nicht bekannt ist, so darf ich vielleicht bitten diese Beobachtung in Ihre Annalen aufzunehmen.

XVIII. *Ueber die Ausdehnung des flüssigen Wassers unter dem Gefrierpunkt.*

Die vorhergehende Notiz erinnert mich daran, dafs die Annalen es bisher unterlassen haben, die Untersuchung ausführlich mitzutheilen, welche Hr. Despretz vor einigen Jahren über die Ausdehnung des Wassers und verschiedener Salzlösungen angestellt hat. Ein Auszug von derselben findet sich freilich im Band XXXXI S. 58 etc., und es ist darin auch des Verhaltens des flüssigen Wassers unterhalb des Gefrierpunkts erwähnt, aber da es nur beiläufig und ohne Mittheilung numerischer Werthe geschieht, so konnte es leicht der Aufmerksamkeit der Leser entgehen. Ich beeile mich daher aus der später erschienenen vollständigen Abhandlung in den *Ann. de chim. et de phys. T. LXX* (1839) *p.* 5, diese Lücke hier nachzutragen. (*P*)

Diejenigen Versuche über die Ausdehnung des Wassers, die zugleich das Verhalten desselben unter 0° berührten, wurden in thermometerartigen Glasgefäſsen angestellt, deren Volum und körperliche Ausdehnung zuvor durch Auswägung mittelst Quecksilber bestimmt worden war. Achtzehn Versuche, mit vier verschiedenen Glasröhren unternommen, gaben im Mittel für das Maximum der Dichte die Temperatur =4°,007 C., und auſserdem folgende Resultate:

Temperatur.	Volume (wahre).	Dichten (wahre).	Temperaturen.	Volume (wahre).	Dichten (wahre).
+17° C.	1,0012067	0,998893	+3° C.	1,0000083	0,999999
16	1,0010215	0,998988	2	1,0000331	0,999963
15	1,0008751	0,999125	1	1,0000730	0,999924
14	1,0007146	0,999338	0	1,0001269	0,999862
13	1,0005862	0,999345	−1	1,0002138	0,999786
12	1,0004724	0,999636	2	1,0003077	0,999692
11	1,0003598	0,999730	3	1,0004222	0,999581
10	1,0002684	0,999831	4	1,0005619	0,999441
9	1,0001879	0,999901	5	1,0006987	0,999351
8	1,0001216	0,999908	6	1,0009184	0,999098
7	1,0000708	0,999919	7	1,0011354	0,998885
6	1,0000309	0,999977	8	1,0013734	0,998644
5	1,0000082	0,999999	9	1,0016311	0,998603
4	1,0000000	1,000000			

XIX. *Verfolg der elektrischen Versuche der HH. Palmieri und Santi Linari.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Melloni an Hrn. Arago. *Compt. rend. T. XVIII p.* 762.)

— Als ich Ihnen vor einigen Monaten Kunde gab von den Untersuchungen der HH. Linari und Palmieri über die Inductionsströme der Erde und von den damit

hervorgebrachten Wirkungen, nämlich Schlägen und Wasserzetzung [1]), hoffte ich, dafs die beiden Physiker beim Verfolge der Versuche auch elektrische Funken durch ihre *magnet-elektro-tellurische Batterie* erhalten würden. Diese Hoffnung ist in Erfüllung gegangen, und leichter als man es glaubte.

In der That haben die HH. L. und P. weder die Structur noch die Dimensionen ihrer Elemente verändert (die auch jetzt noch aus hohlen Eisencylindern, umwikkelt mit sieben übereinanderliegenden Spiralen von mit Seide übersponnenem Kupferdraht bestehen), sondern nur diesen Elementen, mittelst eines von unseren geschickten Mechanikus Baudieri construirten Räderwerks, eine raschere Rotation gegeben. Der Kunstgriff, durch welchen sie den Funken hervorbringen, ist dem an der Clark'schen Maschine gleich, der bekanntlich darin besteht, dafs die eine von zwei gegenüberstehenden Spitzen einer kleinen, an der Rotationsaxe befestigten Metallscheibe auf einen Augenblick in Quecksilber getaucht wird. Jedesmal, wenn die elektromagnetische Kraft das Maximum ihrer Intensität erreicht, was in dem Apparat der HH. L. und P. geschieht, wenn die Eisenröhren in Richtung der magnetischen Inclination gelangen, kommt das eine Ende des Drahts mit der Rolle, und das andere mit dem Quecksilber in Verbindung. Da die mit Draht umwickelten Eisenröhren eine parallele Reihe bilden, so begreift man, dafs sie sich um eine horizontale, gegen die Ebene des magnetischen Meridians winkelrechte Linien drehen.

Der von den HH. L. und P. erhaltene Funke ist nur schwach, aber im Dunkeln vollkommen sichtbar. Ich selbst, so wie die HH. de Luca, Semmola und mehre andere Personen haben ihn oftmals gesehen. Um alle Zweifel zu entfernen, dafs man es mit einer, durch Reibung der Axen, der Luft oder sonst wie erregten Elek-

1) S. Annalen, Bd. LIX S. 641.

tricität oder Lichtentwicklung zu thun habe, braucht man nur die an der Axe befindliche Rolle um einen Viertelskreis zu drehen, damit ihre Stifte in das Quecksilber tauchen, wann die Eisenröhren senkrecht stehen auf der Richtung der Neigungsnadel. Alsdann entwickelt sich nicht das geringste Licht, wie schnell man auch die Maschine drehen mag [1]).

(Zuletzt spricht Hr. Melloni noch die Hoffnung aus, dafs es auf ähnliche Weise mit vergröfserten Drahtspiralen auch ohne Eisenkerne noch gelingen werde, elektrische Funken zu erhalten. — Daran ist wohl wenig zu zweifeln, aber erst, wenn es ausgeführt worden ist, wird man mit Wahrheit sagen können, solche Funken durch die von der Erde erregten Inductionsströme dargestellt zu haben. Bei den bisherigen Versuchen der HH. Palmieri und Linari, waren die erhaltenen Resultate direct nur die Effecte der durch die Erde magnetisirten Eisencylinder, die natürlich, auf irgend eine andere Weise entsprechend magnetisirt, eben so gewirkt haben würden *P.*)

XX. *Ein beim Zersägen verknallender Obsidian.*

Diesen ursprünglich sphäroïdalen und etwa 0m,06 im Durchmesser haltenden Stein erhielt Hr. Damour von einem Sammler zu Paris, Hrn. Bévalet, unter dem Namen: *Indischer Obsidian.* Um sein inneres Gefüge kennen zu lernen, übergab Hr. D. ihn einem Steinschleifer zum Zersägen. Als der Schnitt ringsum etwa bis zu zwei Drittel des Steines vorgedrungen war, liefs sich eine Art von Pfeifen (*sifflement*) hören, dem bald eine starke Detonation folgte. Die aufgekittete Hälfte des Steins blieb dabei ganz, die andere, freie, aber zersprang in viele Stücke, die mit Heftigkeit nach allen Seiten fortgeschleudert wur-

1) So eben, da vorstehende Notiz dem Druck übergeben worden, erhalte ich von Hrn. Palmieri selber eine briefliche Mittheilung über seine Versuche, welche das Obige bestätigt. *P.*

wichtige Erläuterung über die Gränze des ewigen Schnees an beiden Abhängen des Himálaya, dem nördlichen tübetanischen und dem südlichen indischen.

Als man im Jahre 1820 zuerst erfuhr, dafs der Capitän Webb in dem Pafs von Niti und in der tübetanischen Hochebene von Daba, wie früher Moorcroft an dem Heiligen See (Manassarovar) das Erdreich, zwischen 30° und 32° nördlicher Breite auf Höhen schneefrei gefunden hatte, wo in der Andes-Kette von Quito, unter dem Aequator, 1800 bis 2000 Fufs tiefer, schon Alles im ewigen Schnee vergraben liegt, schien diese Thatsache mit den bisher erkannten Gesetzen der abnehmenden Wärme in Höhe und Polarabstand in vollem Widerspruche zu stehen. Weizenfelder wurden in der tübetanischen Hochebene bis 11300 Par. Fufs, Gerstenfelder bis 13800 Fufs Höhe gesehen. Durch Pentland's erste geognostische Reise nach Bolivia (dem oberen Peru) im Jahr 1827 wurden ähnliche Verhältnisse bekannt. Auf der westlichen Andeskette von Bolivia fand Pentland die Gränze des ewigen Schnees unter 14° ½ und 18° südlicher Breite erst 17400 Par. Fufs hoch über der Meeresfläche, wenn diese Gränze unter der Linie bei Quito nur 14850 Fufs hoch liegt. In dem dritten Theile seines neueren Werkes: *Asie centrale* (*p.* 233—327) hat Alexander v. Humboldt die physischen Ursachen, welche diese scheinbaren Widersprüche bedingen, weitläufig entwickelt und den Gegenstand unter einem allgemeineren Gesichtspunkte behandelt, als er es in zwei früheren Abhandlungen: *sur les Montagnes de l'Inde* (*Annales de chimie et de physique, T. XIV p.* 5—55) wegen Mangel vollständiger Beobachtungen hatte thun können. Hr. v. Humboldt sucht zu beweisen, dafs man die Höhe, in welcher Schnee sporadisch fällt, mit der Gränze des ewigen Schnees, dafs man, hypsometrisch, die Abhänge von Bergen bei tiefen Durchbrüchen der Flüsse durch die Himálaya-Kette mit den Gipfeln ver-

wechselt habe, die aus dem tübetanischen Plateau aufsteigen, oder, mit dem eigentlichen nördlichsten Abhange des Himálaya selbst. Humboldt hält die *mittlere Höhe* der tübetanischen Hochebene zwischen 71° und 83° östlicher Länge (also zwischen dem N. — S. streichenden Bolor und dem grofsen, einst mit dem Buramputer verwechselten Flusse Yaru-Dzangbo-Tchou) für nicht gröfser, als 10,800 Par. Fufs; sie erreicht also kaum die kornreiche Ebene von Caxamarca im nördlichen Peru; sie ist 1200 Fufs niedriger als die Hochebene von Titicaca, der Ursitz der Incas-Cultur, eben so viel niedriger als das Strafsenpflaster der Stadt Potosi. Humboldt zieht aus vielen Messungen das Resultat, dafs die ewige Schneegränze am Himálaya an dem nördlichen Abhange 15,600, an dem südlichen 12,200 Fufs hoch liegt. Wenn die Schneeberge nicht in Ketten vereinigt, nicht theilweise an Hochebenen angelehnt wären, sondern über die Oberfläche des Meeres als isolirte Kegel aufstiegen und eine ganz gleiche Breiten-Dimension hätten, so würde die Schneegränze vom Aequator gegen beide Pole hin sich ununterbrochen und regelmäfsig erniedrigen, und unter verschiedenen Meridianen würde sie eine gleiche Höhe über einer Linie *gleicher Sommerwärme* (Isothere) behaupten, die im Niveau des Meeres gezogen wird. Da nun die *Isotheren* im Inneren der Continente einen convexen Scheitel haben, so erhebt sich die Schneegränze, wegen der geringeren Sommerwärme der Küsten, von diesen gegen den Continent hin. Die Himálaya-Kette, wie schon längst mit vielem Scharfsinn Leopold v. Buch bemerkt hat, setzt eine Gränze dem Klima von Hindostan. Sie hindert, wie eine grofse Mauer, das Vordringen der *Mussons*, und macht einen wichtigen Abschnitt in der südasiatischen Meteorologie. Auf den grofsen Höhen des Tübet fällt nur sehr wenig Schnee: eben so ist es, nach Hugi, in den Schweizer Alpen, wenn man die Masse des jährlich gefallenen Schnees

in 7000 und 10000 F. Höhe vergleicht. Die mittlere Höhe der Schneegränze hängt nicht von der mittleren Temperatur des ganzen Jahres, sondern von der der Sommermonate ab. Sie ist *die* Höhe, in der der Schnee sich in den heifsesten Monaten ungeschmolzen erhält, und als ein sehr verwickeltes Phänomen wird sie gleichzeitig modificirt durch die Temperatur der Ebenen, über welche sie sich unter verschiedenen Breiten erhebt, durch die Gröfse und Dauer der Sommerwärme, durch die Quantität Schnee, welche im Laufe des ganzen Jahres gefallen ist, durch die Richtung schneeschmelzender hoher Winde, durch die mehr oder minder continentale Lage des Gebirges (seine Entfernung von einer östlichen oder westlichen Küste), durch die Ausdehnung und Höhe der Hochebenen, an welche das Gebirge von einer oder von zwei Seiten angelehnt ist, durch die Trockenheit der umgebenden Atmosphäre, ihre Durchsichtigkeit (heiteren oder nebeligen Zustand), welche die Wirkung der Sonne und den Wärmeverlust durch Strahlung bestimmen, endlich durch den Grad der Steilheit der Abhänge und die Nähe oder Entfernung anderer erkältenden Schneegipfel. Hr. v. Humboldt hat in seinem neuesten Werke über Central-Asien gezeigt, dafs in den neuesten Zeiten, besonders durch den Lieutenant Thomas Hutton, vom 37. Regimente (*Assistant Surveyor of the Agra Division*), in Indien selbst wieder Zweifel über den Unterschied der Schneehöhe an beiden Himálaya-Abhängen erregt worden sind, nachdem der vortreffliche Colebrooke, Webb und Hodgson, Jacquemont, Forbes Royle und Dr. Lord, die auch alle jene Gegenden aus eigener Anschauung kannten, einstimmig den Schneemangel und die gröfsere Höhe der Schneegränze am tübetanischen Abfall bekräftigt haben. Diese Thatsache aber gewährt mehr als ein blofs meteorologisches Interesse, sie hat einen Einflufs auf das Leben der Völker ausgeübt. Meteorologische Processe des Luftkreises

gestatten oder entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdstriche des asiatischen Hochlandes. Hrn. v. Humboldt's Werk über Central-Asien hat den Streit über den Himálaya-Schnee, der nun schon ein Viertel-Jahrhundert dauert, von Neuem angefacht. Der indische Geognost Mac Clelland, Herausgeber des *Calcutta-Journal*, hatte die vom Lieutenant Hutton und früher von John Gerard erregten Zweifel lebhaft verstärkt. So war die Lage der Dinge, oder vielmehr die Lage unseres Wissens im Anfange des Jahres 1844. — Ein Mann von grofser Erfahrung tritt nun im *Calcutta-Journal* (Januar 1844) sehr unwillig auf, und redet der älteren Meinung von der höheren tübetanischen Schneegränze das Wort. Wir wollen Einiges aus dem Briefe mittheilen, den Hr. Batten (*Bengal service*) aus dem Lager von Semulka, am Cosillah River, in der Provinz Kumaon, an Hrn. Mac Clelland (23. Decemb. 1843) richtet: »Erst spät, aber mit Verwunderung,« sagt er, »lese ich die Behauptungen des Hrn. Hutton über die Schneegränze, und ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig, öffentlich solchen Behauptungen zu widersprechen, als Hr. Mac Clelland so weit geht, von dem Verdienst zu sprechen, dafs sich der Lieutenant, jetzt Capitän, Hutton, dadurch erworben haben soll, dafs er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt habe. Es wird sogar behauptet, dafs Jeder, welcher das Himálaya-Gebirge besucht hat, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin einer von Denen, die den westlichen Theil unser mächtigen Gebirgskette am meisten durchstrichen haben. Ich war durch den Borendo-Pafs in das Buspathal und das untere Kunawur-Land gekommen, und kehrte durch den hohen Rupin-Pafs in die Rewaien-Berge von Gurwal zurück. Ich drang zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri vor, wandte mich von da zu den Ganges-Zweigen (*Branches*) von Mundakni und Vischnu-Aluknunda nach Kadarnath und dem berühm-

ten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Paſs nach dem tübetanischen Hochlande. Das *settlement* von Bhote Mehals in Kumaon habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingeborenen Reisenden in Verkehr gesetzt, die ich auf das Sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können, und nach allen, auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheidigen, *daſs in dem Himálaya die Gränze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetanischen) Abhange höher liegt, als an dem südlichen (indischen).* Capitän Hutton, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht des Phänomens zu widerlegen glaubt, verunstaltet das Problem und ficht gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantasiebild. Er sucht zu beweisen, was ich ihm gern zugebe, daſs in einzelnen Bergen der Schnee länger auf der nördlichen, als auf der südlichen Seite liegen bleibt. Was man nach Webb's Messungen bisher behauptet hat, und was ich hier wieder bekräftige, ist: daſs in derselben Zeit, z. B. an einem Septembertage, wo in Tübet oder dem Hochlande der chinesischen Tartarei in 17000 oder 18000 engl. Fuſs Höhe von einem Reisenden wenig oder gar kein Schnee gesehen wird, ein anderer Reisende an der südlichen Seite der hohen Piks tiefen Schnee schon in 14000 Fuſs Höhe über dem Meere findet. Ich rede hier nur von den Thatsachen selbst: über die wahre Ursache der Erscheinung bin ich weit entfernt, meinen Glauben auf Hnmboldt's Meinungen ganz zu beschränken. (*I am far from pinning my faith to even* Humboldt *in this point of the causes of the phenomena.*) Ueber die Ursachen läſst sich viel hin und her streiten.« (Aus den Berlinischen Nachrichten etc. vom 14. Juni 1844.)

XVI. *Neu entdeckte Diamantenlager in Mexico.*

Nach den neusten Nachrichten, die man aus Mexico von Hrn. v. Gerold, der selbst so viel zur geognostischen Kenntnifs des Landes beigetragen, empfangen hat, sind nun auch im grofsen mexicanischen Gebirgsrücken, in der *Sierra madre*, in der Richtung gegen *Acapulco* (also in Südsüdwest von der Hauptstadt), Diamanten wie am Ural entdeckt worden. Al. v. Humboldt hatte Diamanten und Platin weiter in Nordwest, in der Goldwäscherei der Sonora vermuthet. Auch wird berichtet, dafs in Ober-Californien, so wie in Nuevo Mexico ungeheure Strecken von *Gold-placeres* (goldhaltigem Schuttlande) aufgefunden worden sind. Sie befinden sich gröfstentheils in den Händen wilder Stämme, ein Umstand, der das Vordringen der Nord-Amerikaner und die fortschreitende Besitznahme jener Länder durch Fremde sehr beschleunigen wird. Im alten mexicanischen Gebiet sind, trotz der dem Handel feindlichen Mafsregeln, der Bergbau und der innere Wohlstand im Zunehmen. So grofs ist die Productivkraft dieses von der Natur gesegneten Landes. (Allg. preufs. Zeit. 1844, No. 107.)

XVII. *Ueber die Ausdehnung des Wassers unter 0°; vom Fürsten zu Salm-Horstmar.*

— Ich habe die Beobachtung gemacht, dafs das Wasser, in einer mit Kugel versehenen Thermometerröhre möglichst luftleer ausgekocht, und die Röhre darauf zugeschmolzen, sich von circa — 4° R. beständig ausdehnt bis — 10° R. Die Beobachtung wurde angestellt mit ei-

nem von Hrn. Greiner jun. in Berlin zu diesem Zweck angefertigten Wasserthermometer, in welchem ein Quecksilberthermometer eingeschlossen war.

Der Versuch wurde in künstlicher Kälte angestellt, mit Hülfe von Eis und Kochsalz. In diesem Gemenge stand ein mit Weingeist gefüllter Glascylinder, in welchem sich das Wasserthermometer befand.

Als das im Wasserthermometer eingeschlossene Quecksilberthermometer — 10° R. anzeigte, zersprang das Wasserthermometer durch Gefrieren des Wassers, wahrscheinlich durch eine Erschütterung veranlafst.

Der Gang der Ausdehnung des Wassers war ziemlich gleichmäfsig.

Da die Ausdehnung des Wassers unter 0° vielleicht noch nicht bekannt ist, so darf ich vielleicht bitten diese Beobachtung in Ihre Annalen aufzunehmen.

XVIII. *Ueber die Ausdehnung des flüssigen Wassers unter dem Gefrierpunkt.*

Die vorhergehende Notiz erinnert mich daran, dafs die Annalen es bisher unterlassen haben, die Untersuchung ausführlich mitzutheilen, welche Hr. Despretz vor einigen Jahren über die Ausdehnung des Wassers und verschiedener Salzlösungen angestellt hat. Ein Auszug von derselben findet sich freilich im Band XXXXI S. 58 etc., und es ist darin auch des Verhaltens des flüssigen Wassers unterhalb des Gefrierpunkts erwähnt, aber da es nur beiläufig und ohne Mittheilung numerischer Werthe geschieht, so konnte es leicht der Aufmerksamkeit der Leser entgehen. Ich beeile mich daher aus der später erschienenen vollständigen Abhandlung in den *Ann. de de chim. et de phys. T. LXX* (1839) *p.* 5, diese Lücke hier nachzutragen. (*P*)

Diejenigen Versuche über die Ausdehnung des Wassers, die zugleich das Verhalten desselben unter 0° berührten, wurden in thermometerartigen Glasgefäſsen angestellt, deren Volum und körperliche Ausdehnung zuvor durch Auswägung mittelst Quecksilber bestimmt worden war. Achtzehn Versuche, mit vier verschiedenen Glasröhren unternommen, gaben im Mittel für das Maximum der Dichte die Temperatur $=4°,007$ C., und auſserdem folgende Resultate:

Temperatur.	Volume (wahre).	Dichten (wahre).	Temperaturen.	Volume (wahre).	Dichten (wahre).
+17° C.	1,0012067	0,998893	+3° C.	1,0000083	0,999999
16	1,0010215	0,998988	2	1,0000331	0,999963
15	1,0008751	0,999125	1	1,0000730	0,999924
14	1,0007146	0,999338	0	1,0001269	0,999862
13	1,0005862	0,999345	−1	1,0002138	0,999786
12	1,0004724	0,999636	2	1,0003077	0,999692
11	1,0003598	0,999730	3	1,0004222	0,999581
10	1,0002684	0,999831	4	1,0005619	0,999441
9	1,0001879	0,999901	5	1,0006987	0,999351
8	1,0001216	0,999908	6	1,0009184	0,999098
7	1,0000708	0,999919	7	1,0011354	0,998885
6	1,0000309	0,999977	8	1,0013734	0,998644
5	1,0000082	0,999999	9	1,0016311	0,998603
4	1,0000000	1,000000			

XIX. *Verfolg der elektrischen Versuche der HH. Palmieri und Santi Linari.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Melloni an Hrn. Arago. *Compt. rend. T. XVIII p.* 762.)

— Als ich Ihnen vor einigen Monaten Kunde gab von den Untersuchungen der HH. Linari und Palmieri über die Inductionsströme der Erde und von den damit

hervorgebrachten Wirkungen, nämlich Schlägen und Wasserzetzung [1]), hoffte ich, dafs die beiden Physiker beim Verfolge der Versuche auch elektrische Funken durch ihre *magnet-elektro-tellurische Batterie* erhalten würden. Diese Hoffnung ist in Erfüllung gegangen, und leichter als man es glaubte.

In der That haben die HH. L. und P. weder die Structur noch die Dimensionen ihrer Elemente verändert (die auch jetzt noch aus hohlen Eisencylindern, umwikkelt mit sieben übereinanderliegenden Spiralen von mit Seide übersponnenem Kupferdraht bestehen), sondern nur diesen Elementen, mittelst eines von unseren geschickten Mechanikus Baudieri construirten Räderwerks, eine raschere Rotation gegeben. Der Kunstgriff, durch welchen sie den Funken hervorbringen, ist dem an der Clark'schen Maschine gleich, der bekanntlich darin besteht, dafs die eine von zwei gegenüberstehenden Spitzen einer kleinen, an der Rotationsaxe befestigten Metallscheibe auf einen Augenblick in Quecksilber getaucht wird. Jedesmal, wenn die elektromagnetische Kraft das Maximum ihrer Intensität erreicht, was in dem Apparat der HH. L. und P. geschieht, wenn die Eisenröhren in Richtung der magnetischen Inclination gelangen, kommt das eine Ende des Drahts mit der Rolle, und das andere mit dem Quecksilber in Verbindung. Da die mit Draht umwickelten Eisenröhren eine parallele Reihe bilden, so begreift man, dafs sie sich um eine horizontale, gegen die Ebene des magnetischen Meridians winkelrechte Linien drehen.

Der von den HH. L. und P. erhaltene Funke ist nur schwach, aber im Dunkeln vollkommen sichtbar. Ich selbst, so wie die HH. de Luca, Semmola und mehre andere Personen haben ihn oftmals gesehen. Um alle Zweifel zu entfernen, dafs man es mit einer, durch Reibung der Axen, der Luft oder sonst wie erregten Elek-

1) S. Annalen, Bd. LIX S. 641.

tricität oder Lichtentwicklung zu thun habe, braucht man nur die an der Axe befindliche Rolle um einen Viertelskreis zu drehen, damit ihre Stifte in das Quecksilber tauchen, wann die Eisenröhren senkrecht stehen auf der Richtung der Neigungsnadel. Alsdann entwickelt sich nicht das geringste Licht, wie schnell man auch die Maschine drehen mag [1]).

(Zuletzt spricht Hr. Melloni noch die Hoffnung aus, dafs es auf ähnliche Weise mit vergröfserten Drahtspiralen auch ohne Eisenkerne noch gelingen werde, elektrische Funken zu erhalten. — Daran ist wohl wenig zu zweifeln, aber erst, wenn es ausgeführt worden ist, wird man mit Wahrheit sagen können, solche Funken durch die von der Erde erregten Inductionsströme dargestellt zu haben. Bei den bisherigen Versuchen der HH. Palmieri und Linari, waren die erhaltenen Resultate direct nur die Effecte der durch die Erde magnetisirten Eisencylinder, die natürlich, auf irgend eine andere Weise entsprechend magnetisirt, eben so gewirkt haben würden *P.*)

XX. *Ein beim Zersägen verknallender Obsidian.*

Diesen ursprünglich sphäroïdalen und etwa $0^m,06$ im Durchmesser haltenden Stein erhielt Hr. Damour von einem Sammler zu Paris, Hrn. Bévalet, unter dem Namen: *Indischer Obsidian.* Um sein inneres Gefüge kennen zu lernen, übergab Hr. D. ihn einem Steinschleifer zum Zersägen. Als der Schnitt ringsum etwa bis zu zwei Drittel des Steines vorgedrungen war, liefs sich eine Art von Pfeifen (*sifflement*) hören, dem bald eine starke Detonation folgte. Die aufgekittete Hälfte des Steins blieb dabei ganz, die andere, freie, aber zersprang in viele Stücke, die mit Heftigkeit nach allen Seiten fortgeschleudert wur-

1) So eben, da vorstehende Notiz dem Druck übergeben worden, erhalte ich von Hrn. Palmieri selber eine briefliche Mittheilung über seine Versuche, welche das Obige bestätigt. *P.*

hervorgebrachten Wirkungen, nämlich Schlägen und Wasserzetzung [1]), hoffte ich, dafs die beiden Physiker beim Verfolge der Versuche auch elektrische Funken durch ihre *magnet-elektro-tellurische Batterie* erhalten würden. Diese Hoffnung ist in Erfüllung gegangen, und leichter als man es glaubte.

In der That haben die HH. L. und P. weder die Structur noch die Dimensionen ihrer Elemente verändert (die auch jetzt noch aus hohlen Eisencylindern, umwikkelt mit sieben übereinanderliegenden Spiralen von mit Seide übersponnenem Kupferdraht bestehen), sondern nur diesen Elementen, mittelst eines von unseren geschickten Mechanikus Baudieri construirten Räderwerks, eine raschere Rotation gegeben. Der Kunstgriff, durch welchen sie den Funken hervorbringen, ist dem an der Clark'schen Maschine gleich, der bekanntlich darin besteht, dafs die eine von zwei gegenüberstehenden Spitzen einer kleinen, an der Rotationsaxe befestigten Metallscheibe auf einen Augenblick in Quecksilber getaucht wird. Jedesmal, wenn die elektromagnetische Kraft das Maximum ihrer Intensität erreicht, was in dem Apparat der HH. L. und P. geschieht, wenn die Eisenröhren in Richtung der magnetischen Inclination gelangen, kommt das eine Ende des Drahts mit der Rolle, und das andere mit dem Quecksilber in Verbindung. Da die mit Draht umwickelten Eisenröhren eine parallele Reihe bilden, so begreift man, dafs sie sich um eine horizontale, gegen die Ebene des magnetischen Meridians winkelrechte Linien drehen.

Der von den HH. L. und P. erhaltene Funke ist nur schwach, aber im Dunkeln vollkommen sichtbar. Ich selbst, so wie die HH. de Luca, Semmola und mehre andere Personen haben ihn oftmals gesehen. Um alle Zweifel zu entfernen, dafs man es mit einer, durch Reibung der Axen, der Luft oder sonst wie erregten Elek-

1) S. Annalen, Bd. LIX S. 641.

tricität oder Lichtentwicklung zu thun habe, braucht man nur die an der Axe befindliche Rolle um einen Viertelskreis zu drehen, damit ihre Stifte in das Quecksilber tauchen, wann die Eisenröhren senkrecht stehen auf der Richtung der Neigungsnadel. Alsdann entwickelt sich nicht das geringste Licht, wie schnell man auch die Maschine drehen mag [1]).

(Zuletzt spricht Hr. Melloni noch die Hoffnung aus, dafs es auf ähnliche Weise mit vergröfserten Drahtspiralen auch ohne Eisenkerne noch gelingen werde, elektrische Funken zu erhalten. — Daran ist wohl wenig zu zweifeln, aber erst, wenn es ausgeführt worden ist, wird man mit Wahrheit sagen können, solche Funken durch die von der Erde erregten Inductionsströme dargestellt zu haben. Bei den bisherigen Versuchen der HH. Palmieri und Linari, waren die erhaltenen Resultate direct nur die Effecte der durch die Erde magnetisirten Eisencylinder, die natürlich, auf irgend eine andere Weise entsprechend magnetisirt, eben so gewirkt haben würden *P.*)

XX. *Ein beim Zersägen verknallender Obsidian.*

Diesen ursprünglich sphäroïdalen und etwa 0^{m},06 im Durchmesser haltenden Stein erhielt Hr. Damour von einem Sammler zu Paris, Hrn. Bévalet, unter dem Namen: *Indischer Obsidian.* Um sein inneres Gefüge kennen zu lernen, übergab Hr. D. ihn einem Steinschleifer zum Zersägen. Als der Schnitt ringsum etwa bis zu zwei Drittel des Steines vorgedrungen war, liefs sich eine Art von Pfeifen (*sifflement*) hören, dem bald eine starke Detonation folgte. Die aufgekittete Hälfte des Steins blieb dabei ganz, die andere, freie, aber zersprang in viele Stücke, die mit Heftigkeit nach allen Seiten fortgeschleudert wur-

1) So eben, da vorstehende Notiz dem Druck übergeben worden, erhalte ich von Hrn. Palmieri selber eine briefliche Mittheilung über seine Versuche, welche das Obige bestätigt. *P.*

zweitens unter dem gleichzeitigen Einflusse einer veränderlichen Kraft, welche eine Function der Zeit ist. Diefs leidet Anwendung auf das Mittönen. Der Einfachheit wegen bleibe ich bei der bereits angegebenen Beschaffenheit des schwingenden Körpers stehen, obgleich dieselbe der Natur unserer tönenden Körper nur zum Theil entspricht. Es wird also angenommen, dafs nicht die Theile der Masse M sich in einer relativen Bewegung gegen einander befinden, sondern die ganze, absolut feste Masse durch eine aufser ihr liegende, der Ablenkung proportionale Kraft in Schwingung erhalten werde.

I. Einflufs des Luftwiderstandes auf die Schwingungen.

3) Der schwingende Körper werde in Form einer ebenen Platte gedacht, deren Oberfläche auf jeder Seite $=f$ sey; die Bewegung sey rechtwinklig gegen diese Oberflächen.

Man pflegt sich den Luftwiderstand dadurch entstehend zu denken, dafs der bewegte Körper immer neue Lufttheile mit in Bewegung setzen mufs. Die hierauf verwandte Kraft kann bei so geringen Geschwindigkeiten, als in unserem Falle anzunehmen sind, dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional gesetzt werden, und ist in hinreichender Annäherung $=\frac{\varrho f v^2 \gamma}{g}$, wo γ das Gewicht einer Maafseinheit Luft, v die Geschwindigkeit des Körpers, und ϱ einen Erfahrungscoëfficienten bezeichnet, welcher für eine Platte nahe $=1$ angegeben wird.

Es ist aber in unserem Falle diese Kraft nur klein im Vergleiche zu einem zweiten Einflusse, welchen die Anwesenheit der Luft bedingt. Der schwingende Körper erzeugt nämlich vor sich eine Verdichtungswelle, hinter sich eine Verdünnungswelle, und ist demzufolge einem ungleichen Drucke von den beiden Seiten her ausgesetzt. Der Unterschied dieser Druckkräfte ist als eine Kraft anzusehen, welche der Bewegung entgegenwirkt. Ihre Gröfse kann folgendermafsen bestimmt werden.

wechselt habe, die aus dem tübetanischen Plateau aufsteigen, oder, mit dem eigentlichen nördlichsten Abhange des Himálaya selbst. Humboldt hält die *mittlere Höhe* der tübetanischen Hochebene zwischen 71° und 83° östlicher Länge (also zwischen dem N.—S. streichenden Bolor und dem grofsen, einst mit dem Buramputer verwechselten Flusse Yaru-Dzangbo-Tchou) für nicht gröfser, als 10,800 Par. Fufs; sie erreicht also kaum die kornreiche Ebene von Caxamarca im nördlichen Peru; sie ist 1200 Fufs niedriger als die Hochebene von Titicaca, der Ursitz der Incas-Cultur, eben so viel niedriger als das Strafsenpflaster der Stadt Potosi. Humboldt zieht aus vielen Messungen das Resultat, dafs die ewige Schneegränze am Himálaya an dem nördlichen Abhange 15,600, an dem südlichen 12,200 Fufs hoch liegt. Wenn die Schneeberge nicht in Ketten vereinigt, nicht theilweise an Hochebenen angelehnt wären, sondern über die Oberfläche des Meeres als isolirte Kegel aufstiegen und eine ganz gleiche Breiten-Dimension hätten, so würde die Schneegränze vom Aequator gegen beide Pole hin sich ununterbrochen und regelmäfsig erniedrigen, und unter verschiedenen Meridianen würde sie eine gleiche Höhe über einer Linie *gleicher Sommerwärme* (Isothere) behaupten, die im Niveau des Meeres gezogen wird. Da nun die *Isotheren* im Inneren der Continente einen convexen Scheitel haben, so erhebt sich die Schneegränze, wegen der geringeren Sommerwärme der Küsten, von diesen gegen den Continent hin. Die Himálaya-Kette, wie schon längst mit vielem Scharfsinn Leopold v. Buch bemerkt hat, setzt eine Gränze dem Klima von Hindostan. Sie hindert, wie eine grofse Mauer, das Vordringen der *Mussons*, und macht einen wichtigen Abschnitt in der südasiatischen Meteorologie. Auf den grofsen Höhen des Tübet fällt nur sehr wenig Schnee: eben so ist es, nach Hugi, in den Schweizer Alpen, wenn man die Masse des jährlich gefallenen Schnees

setzt und für v seinen Werth $\frac{dx}{dt}$ schreibt:

$$d^2x + 2bdxdt + n^2xdt^2 = 0.$$

Das vollständige Integral dieser Gleichung ist:

$$x = e^{-bt}\left\{Ce^{-rt\sqrt{-1}} + De^{rt\sqrt{-1}}\right\}$$

wo:

$$r = \sqrt{n^2 - b^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Ist r reell, d. h. $b^2 < n^2$, ein Fall, der hier allein in Betracht gezogen zu werden braucht, so giebt diefs:

$$x = e^{-bt}\left\{C' \cos rt + D' \sin rt\right\}$$

wo die Constanten C' und D' durch die ursprüngliche Störung bestimmt werden. Ist zur Zeit $t=0$, $x=0$ und $\frac{v}{r} = \alpha$, so wird $C'=0$, $D'=\alpha$, und man erhält:

$$x = e^{-bt} \alpha \sin rt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Die Amplitude, ursprünglich α, nimmt also in geometrischer Progression ab, wenn die Zeit arithmetisch zunimmt; z. B. von einer Schwingung zur andern. Es ist ferner die Schwingungsmenge $r = \sqrt{n^2 - b^2}$ kleiner, als im leeren Raume. Beide Einflüsse sind um so beträchtlicher, je gröfser $b = \frac{Bf}{Mc}$, also besonders je gröfser und leichter die Platte ist, bei einerlei n. Auch Druck und Temperatur der Luft (ersterer wegen B, letzterer wegen c) kommen für die Gröfse jener Einflüsse in Betracht, welche um so stärker werden, je gröfser der Luftdruck und je niedriger die Temperatur.

II. Schwingungen unter Einwirkung einer von der Zeit abhängigen Kraft.

5) Es bezeichne V den veränderlichen oder auch constanten Werth einer von der Bewegung unabhängigen Kraft, welche von einem gewissen Zeitpunkte an fortwährend auf die Masse M wirkt, und zwar recht-

winklig gegen die Platte. Aufserdem bleibe die Elasticität $-Ex$ und der Luftwiderstand $-2Bf\frac{v}{c}$, wie bisher, so ist:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{Ex}{M} - \frac{2Bfv}{Mc} + \frac{V}{M},$$

oder mit Beibehaltung der vorigen Abkürzungen:

$$d^2x + 2b\,dx\,dt + n^2 dt^2 = \frac{V}{M} dt^2.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$x = \frac{1}{2Mr\sqrt{-1}} \left\{ \begin{array}{l} e^{-(b-r\sqrt{-1})t} \int e^{(b-r\sqrt{-1})t}\, V dt \\ -e^{-(b+r\sqrt{-1})t} \int e^{(b+r\sqrt{-1})t}\, V dt \end{array} \right\} \quad (4)$$

Die Kraft V ist eine Function der Zeit; wird sie durch eine Sinusreihe dargestellt, so kann die Integration vollzogen werden.

6) Es sey zunächst:

$$V = A\cos(mt+\tau),$$

so erhält man aus der Gleichung (4):

$$x = \frac{A}{M} \frac{(n^2-m^2)\cos(mt+\tau) + 2bm\sin(mt+\tau)}{(n^2-m^2)^2 + 4b^2m^2}$$
$$+ e^{-bt}\left\{Ce^{rt\sqrt{-1}} + De^{-rt\sqrt{-1}}\right\}.$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$\frac{A}{M\sqrt{(n^2-m^2)^2 + 4b^2m^2}} = \alpha \quad \ldots\ldots (5)$$

und:

$$\frac{n^2-m^2}{2bm} = \tang(\theta - \tau) \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

so wird:

$$x = \alpha\sin(mt+\theta) + e^{-bt}\left\{Ce^{rt\sqrt{-1}} + De^{-rt\sqrt{-1}}\right\}$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \alpha m\cos(mt+\theta)$$
$$-e^{-bt}\left\{C(b-r\sqrt{-1})e^{rt\sqrt{-1}} + D(b+r\sqrt{-1})e^{-rt\sqrt{-1}}\right\}.$$

Zur Bestimmung der Constanten C und D hat man, wenn t von dem Zeitpunkte an gerechnet wird, wo die Platte zuerst von der Kraft V getroffen wird, und wenn jene vorher noch keine Bewegung hatte, für $t=0$ sowohl $x=0$ als $v=0$, wodurch:

$$C=-\frac{\alpha}{2r\sqrt{-1}}\left\{m\cos\theta+(b+r\sqrt{-1})\sin\theta\right\}$$

$$D=\frac{\alpha}{2r\sqrt{-1}}\left\{m\cos\theta+(b-r\sqrt{-1})\sin\theta)\right\}$$

und folglich:

$$\left.\begin{array}{l} x=\alpha\sin(mt+\theta) \\ \quad -e^{-bt}\alpha\left\{\frac{b\sin\theta+m\cos\theta}{r}\sin rt+\sin\theta\cos rt\right\} \end{array}\right\} (7)$$

7) Ist allgemeiner:

$$\left.\begin{array}{r} V=A_0+A_1\cos(m_1t+\theta_1)+A_2\cos(m_2t+\theta_2) \\ +A_3\cos(m_3t+\theta_3)+\ldots\ldots \end{array}\right\} (8)$$

so erhält man auf dieselbe Weise:

$$\begin{array}{l} x=\alpha_0+\alpha_1\sin(m_1t+\theta_1)+\alpha_2\sin(m_2t+\theta_2)+\ldots\ldots \\ \quad +e^{-bt}\Big\{(b\alpha_0+b\alpha_1\sin\theta_1+b\alpha_2\sin\theta_2+\ldots \\ \qquad +\alpha_1m_1\cos\theta_1+\alpha_2m_2\cos\theta_2+\ldots)\frac{\sin rt}{r} \\ \qquad +(\alpha_0+\alpha_1\sin\theta_1+\alpha_2\sin\theta_2+\ldots)\cos rt\Big\} \end{array}$$

wo $\alpha_0=\frac{A_0}{Mn^2}=\frac{A_0}{E}$ und die übrigen α, so wie die θ aus den entsprechenden A und m nach den Gleichungen (5) und (6) bestimmt werden. Bezeichnet man die Sinus- und Cosinussummen durch das Summenzeichen, so ist:

$$\left.\begin{array}{l} x=\alpha_0+\Sigma\alpha\sin(mt+\theta) \\ \quad -e^{-bt}\left\{\frac{b\alpha_0+b\Sigma\alpha\sin\theta+\Sigma\alpha m\cos\theta}{r}\sin rt\right. \\ \quad \left.+(\alpha_0+\Sigma\alpha\sin\theta)\cos rt\right\} \end{array}\right\} (9)$$

8) Ist die Kraft V constant; so hat man nur $A_1=A_2$

$= A_n \ldots = 0$ zu setzen, so dafs $V = A_0$ wird. Alsdann wird:

$$x = \frac{A_0}{E} + e^{-bt} \frac{A_0}{E} \cos rt.$$

Diefs bezeichnet eine schwingende Bewegung von der Schwingungsmenge $r = \sqrt{n^2 - b^2}$, wie in §. 4; die Amplitude, anfangs $= \frac{A_0}{E}$, vermindert sich in demselben Maafse wie dort vermöge des Factors e^{-bt}; das constante Glied aber zeigt an, dafs die Gleichgewichtslage, welche die Mitte der Schwingungsbahn bildet, durch die Wirkung der constanten Kraft um die Länge $\frac{A_0}{E}$ von der ursprünglichen Gleichgewichtslage entfernt ist. Es unterscheiden sich also die Schwingungen der Platte unter Einwirkung einer constanten Kraft von denen, welche durch blofses Anstofsen hervorgerufen werden, nur durch diese Verlegung des Gleichgewichtsortes [1]).

9) Findet während der Einwirkung der veränderlichen Kraft V kein Luftwiderstand statt, so hat man in der Gleichung (9) $b = 0$ zu setzen, wodurch:

$$x = \frac{A_0}{E} + \Sigma \alpha \cos(mt + \tau) + \frac{\Sigma \alpha m \sin \tau}{n} \sin nt$$
$$- \left(\frac{A_0}{E} + \Sigma \alpha \cos \tau\right) \cos nt,$$

wo:

$$\alpha = \frac{A}{M(n^2 - m^2)}.$$

Das erste Glied dieses Werthes von x ist constant, und zeigt, wie im vorhergehenden § nur eine veränderte Gleichgewichtslage der Platte an. Das zweite Glied ist aus Gliedern zusammengesetzt, welche, einzeln genommen, periodisch wiederkehrende Werthe haben, überein-

1) Für Saiten, welche unter der Einwirkung constanter Kräfte stehen, ist Duhamel zu einem ähnlichen Resultat gelangt. (*l'Institut*, 1839, *p.* 386; 1840, *p.* 190.)

stimmend mit der Periode der entsprechenden Glieder von V. Hat die Kraft V selbst überhaupt eine Periode, d. h. sind die m commensurabel, so ist das Glied

$$\Sigma \alpha \cos(mt+\tau)$$

von derselben Periode, nämlich 2π dividirt durch das gemeinsame Maafs der m. Die beiden letzten Glieder des Werthes von x bezeichnen eine Bewegung von der Form $\beta \sin(nt+\delta)$, also von der Periode $\frac{2\pi}{n}$, welche der Platte selbst, vermöge ihrer eigenen Schwingungsmenge n, bei freien Schwingungen zukommt. Hieraus ergiebt sich Folgendes: Die Bewegung der Platte unter Einwirkung einer periodischen Kraft *ohne* Luftwiderstand ist zusammengesetzt aus zwei Perioden, deren eine mit der der Kraft, die andere mit der der eignen freien Schwingungen der Platte übereinstimmt.

10) Dasselbe gilt auch für die Schwingungen der Platte bei Luftwiderstand angenähert in so weit, als man während einer nicht zu langen Zeit den Factor e^{-bt} als constant betrachten darf; nur ist in diesem Falle die letztere Periode $\frac{2\pi}{r}$, d. h. diejenige, welche den Schwingungen der Platte *in Luft* zukommt, da das letzte Glied der Gleichung (9) unter die Form $e^{-bt}\beta \sin(rt+\delta)$ gebracht werden kann. Indem aber dieses Glied beständig abnimmt und endlich unmerklich wird, geht die Bewegung zuletzt (streng genommen nach unendlich langer Zeit) in eine Periode über, welche mit der der Kraft zusammenfällt.

11) Ist $V = A \cos(mt+\tau)$ und m von n wenig verschieden, so werden, wenn kein Luftwiderstand wirkt, die beiden genannten Bewegungen sehr stark und von nahe gleicher Stärke, und bilden, da ihre Perioden wenig verschieden sind, zusammen eine abwechselnd zu- und abnehmende Schwingungsbewegung, vergleichbar jener,

welche ein Lufttheilchen bei den bekannten Stöfsen machen mufs. Aehnliches gilt, wenn V durch die Gleichung (8) vorgestellt wird, und einige der m wenig von n verschieden sind. Auch bei Luftwiderstand, wenn derselbe sehr gering im Vergleich zu der Kraft ist, findet anfangs nahe dasselbe statt.

III. Anwendung auf das Mittönen.

12) Wenn von einem tönenden Körper, dessen Schwingungen unabhängig von denen der Platte sind, ein Wellenzug ausgeht und gegen die Platte trifft, so theilt er ihr durch den auf sie ausgeübten Druck eine Bewegung mit. Um diesen Druck zu bestimmen, sey u die Geschwindigkeit der auf einer Wellenfläche liegenden Punkte an irgend einer Stelle des Wellenzuges, so dafs der Druck an dieser Stelle $=B\left(1+\frac{u}{c}\right)$ ist. Denkt man sich, die Welle treffe an dieser Stelle gegen eine absolut feste Fläche, welche senkrecht gegen die Fortpflanzungsrichtung steht, so wird, wegen der Zurückwerfung, die Dichtigkeitsänderung doppelt so grofs, und der Druck $=B\left(1+\frac{2u}{c}\right)$. Denkt man sich nun anstatt jener Fläche die Platte gesetzt, so würde diese, wenn sie ruht, von der der Welle zugekehrten Seite den Druck $Bf\left(1+\frac{2u}{c}\right)$, und von der andern Seite, wo sie von der Welle nicht getroffen wird, den Druck Bf erleiden. Bewegt sich aber die Platte mit der Geschwindigkeit v, so kommt nach §. 3 auf der ersteren Seite noch der Druck $-Bf\frac{v}{c}$ und auf der letzteren $+Bf\frac{v}{c}$ dem Vorigen gemäfs hinzu, so dafs die Platte auf der einen Seite durch $Bf\left(1+\frac{2u}{c}-\frac{v}{c}\right)$, auf der andern durch

$Bf\left(1+\frac{v}{c}\right)$ gedrückt wird, und als Unterschied beider bleibt:

$$\frac{2Bfu}{c}-\frac{2Bfv}{c}.$$

In §. 5 ist das zweite Glied dieses Ausdrucks bereits als Luftwiderstand in Rechnung gebracht; man hat daher, um das Ergebnifs jenes §. auf den vorliegenden Fall anzuwenden:

$$V=\frac{2Bfu}{c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

zu setzen. — Auch hier würde nach der gewöhnlichen Theorie des Stofses, welchen ein Luftstrom gegen eine Fläche ausübt, ein Werth $\frac{\varrho f u^2 \gamma}{g}$ in Rechnung kommen, welcher aber aus denselben Gründen, wie vorhin, beim Luftwiderstande (§. 3), zu vernachlässigen ist.

13) Jetzt werde zuvörderst $u=am\cos(mt+\tau)$ angenommen, so dafs die Schwingungsmenge des einwirkenden Tones in der Zeit 2π, $=m$ und die Amplitude $=a$ ist; alsdann kann die Bewegung nach §. 6 bestimmt werden, indem man statt $\frac{A}{M}$ den Werth $\frac{2Bfam}{Mc}=2bam$ setzt, wodurch:

$$\alpha=\frac{2bam}{\sqrt{(n^2-m^2)+4b^2m^2}},$$

welcher Werth von α in die Gleichung (7) einzusetzen ist. Das erste Glied dieser Gleichung (7) bezeichnet jetzt eine Bewegung von der Periode des ursprünglich tönenden Körpers, das zweite, abgesehen von dem Factor e^{-bt}, eine Bewegung von der Periode, in welcher die Platte für sich bei Luftwiderstand schwingen würde. Die Bewegung der letzteren, wenn sie, durch den Wellenzug erregt, mittönt, kann daher anfangs, indem man für eine ziemlich kurze Zeit e^{-bt} angenähert als constant

betrachtet, als aus diesen beiden Perioden zusammengesetzt angesehen werden, wie in §. 9 und 10. Sie geht aber nach einiger Zeit in Schwingungen von der Periode des ursprünglichen Tones über, da das zweite Glied wegen des Factors e^{-bt} beständig abnimmt und endlich unmerklich wird. Diefs mufs um so schneller eintreten, je gröfser b, also besonders je gröfser $\frac{f}{M}$, auch je gröfser B und je kleiner c ist.

14) Nachdem auf diese Weise die Schwingungen des mittönenden Körpers denen des ursprünglich tönenden isochronisch geworden sind, ist die Amplitude der ersteren:

$$\alpha = \frac{2bam}{\sqrt{(n^2 - m^2)^2 + 4b^2 m^2}}$$

Diese wird, bei einerlei Werth von b, a und m, um so gröfser, je kleiner $(n^2 - m^2)$ ist, d. h. je weniger die Schwingungsmenge, welche der mittönende Körper für sich und *ohne* Luftwiderstand haben würde, von der Schwingungsmenge des ursprünglich tönenden Körpers verschieden ist. Ist b viel kleiner als n, wie diefs bei einem Körper, der auch selbsttönend auftreten kann, jederzeit der Fall ist, so wird α stets sehr klein, aufser wenn n und m nur wenig von einander verschieden sind; ein solcher Körper kann daher nur dann merklich mittönen, wenn sein eigner Ton von dem der erregenden Wellen wenig verschieden ist. Ist hingegen b nicht sehr klein gegen n, indem der Körper eine dünne, leichte Fläche bildet, so kann α auch dann noch einen merklichen Werth behalten, wenn n und m ziemlich verschieden sind. Ist $n = m$, so wird $\alpha = a$, d. h. die mittönende Platte schwingt gerade so, wie die Lufttheilchen schwingen würden, an deren Stelle sie gesetzt ist. — Die Entstehung einer schwebenden Schwingungsbewegung, wie in §. 11, für den Fall, dafs n wenig von m

verschieden ist, setzt voraus, dafs b nicht nur sehr klein gegen n und m, sondern auch klein gegen $n-m$ sey; dadurch wird aber α ziemlich klein gegen a; es wird daher diese Art von Bewegung in dem mittönenden Körper nur durch einen ziemlich starken ursprünglichen Ton hervorgerufen werden können. Immer aber wird diese Bewegung nach hinlänglicher Zeit in die gleichmäfsigen Schwingungen $\alpha\cos(mt+\theta)$ übergehen.

15) Ich habe angenommen, die Platte werde nur von *einer* Seite her von dem Wellenzuge getroffen. Nimmt man an, dafs diefs auch auf der andern Seite stattfinde, so ändert diefs nur die Constanten α und τ. Denn wird die Bewegung auf der einen Seite, wie bisher, durch $u=am\cos(mt+\tau)$ auf der entgegengesetzten, bei verschiedener Stärke und Schwingungsphase, durch

$$u_{\prime}=-a_{\prime}m\cos(mt+\tau_{\prime})$$

vorgestellt, so hat man anstatt u den Werth $u+u_{\prime}$ $=am\cos(mt+\tau)-a_{\prime}m\cos(mt+\tau_{\prime})$ zu schreiben, was $=a_{\prime\prime}m\cos(mt+\tau_{\prime\prime})$ gesetzt werden kann.

Auch wenn die Wellenzüge die Platte nicht normal, sondern schief treffen, so ändert diefs nur dieselben beiden Constanten, wofern die Platte, die als absolut fest angenommen worden ist, sich nur in normaler Richtung bewegen kann.

16) Was bisher der Einfachheit wegen für die Wellenform $u=am\cos(mt+\tau)$ gezeigt worden ist, läfst sich vermöge der Gleichung (9) auf den allgemeineren Fall übertragen, wenn ein Wellenzug oder ein System von Wellenzügen vorgestellt wird durch:

$$\left.\begin{aligned}u=a_0+a_1m_1\cos(m_1t+\tau_1)+a_2m_2\cos(m_2t+\tau_2)\\+a_3m_3\cos(m_3t+\tau_3)+\dots\end{aligned}\right\}\quad(11)$$

Diefs umfafst sowohl den Fall, wenn die Wellen mehrerer Töne einwirken, als auch wenn die eines einfachen Tones nicht die Form $am\cos(mt+\tau)$, sondern irgend eine andere Form von periodisch wiederkehrendem

Werthen haben [1]), indem in diesem Falle m, $2m$, $3m$... anstatt m_1, m_2, m_3... zu setzen ist.

Wird nun der angegebene Werth von u in die Gleichung (10) eingesetzt, so ergiebt sich in Verbindung mit (8):

$$\frac{A_1}{M} = 2b\alpha_1 m_1 \;;\; \frac{A_2}{M} = 2b\alpha_2 m_2 \text{ etc.}$$

und daher:

$$\alpha_1 = \frac{2b\alpha_1 m_1}{\sqrt{(n^2 - m_1^2)^2 + 4bm_1^2}};$$

$$\alpha_2 = \frac{2b\alpha_2 m_2}{\sqrt{(n^2 - m_2^2)^2 + 4bm_2^2}} \text{ etc.}$$

Diese Werthe in die Gleichung (9) eingesetzt, geben die gesuchte Bewegung an, indem α_0 eine constante Gröfse ist [2]).

17) Die Bemerkungen der §§. 10, 13 und 14 lassen sich nun auf den vorliegenden Fall übertragen. Auch hier ist, wenn u periodisch ist, die Bewegung der Platte anfangs aus derselben Periode und der ihrer eigenen Schwingungsmenge (in Luft) zukommenden zusammengesetzt. Auch hier wird das Glied, welches die letztere Periode ausdrückt, nach einiger Zeit unmerklich, wegen des Factors e^{-bt}. Auch hier werden ferner, wenn b viel kleiner als n ist, die Werthe der α sehr klein und die entsprechenden Glieder der Gleichung (9) unmerk-

1) Vergl. diese Annalen, Bd. LX S. 449.

2) Der Werth α_0 würde $= 2b a_0$ werden, wenn die Betrachtungen des §. 12 auf das constante Glied von u ausgedehnt werden dürften. Diefs ist jedoch nicht der Fall, weil denselben die Voraussetzung unendlich kleiner Ortsveränderung zum Grunde liegt, welche wohl für die periodischen Glieder angenähert angenommen werden kann, aber nicht für das constante Glied a_0. Diefs ändert jedoch nichts in dem, worauf es hier ankommt, da a_0 jedenfalls einen gleichförmigen Druck erzeugt, also α_0 constant ist, und daher nicht für die Beschaffenheit der Bewegung, sondern nur für den Ort der Schwingungsbahn in Betracht kommt.

lich, aufser wenn das entsprechende m wenig oder gar nicht von n verschieden ist. Die Platte wird also in diesem Falle nur durch diejenigen Glieder der Gleichung (11) merklich zum Mittönen angeregt, deren Periode von der ihrer eigenen Schwingungsmenge n entsprechenden nicht zu sehr verschieden ist. Je gröfser aber b, also besonders je leichter die Platte verhältnifsmäfsig ihrer Gröfse angenommen wird, desto leichter werden die Schwingungen auch dann erregt, wenn n und m beträchtlich verschieden sind. Ist unter den m nur *eines* angenähert $=n$, so wird die Bewegung nahe vergleichbar der in §. 13 und 14 besprochenen. Ueberhaupt aber bemerke man, dafs die Bewegung der Platte zuletzt zwar in Beziehung auf die *Dauer* der Periode, aber keineswegs in Beziehung auf die *Form* der Schwingung, d. h. auf die Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit mit dem erregenden Wellenzuge übereinstimmend wird. Denn es wird die Bewegung der Platte zuletzt vorgestellt durch:

$$x = \alpha_0 + \Sigma \alpha \sin(mt + \theta)$$
$$v = \Sigma \alpha m \cos(mt + \theta).$$

Für den erregenden Wellenzug aber ist:

$$u = a_0 + \Sigma a m \cos(mt + \tau).$$

Erwägt man nun, dafs weder die α den entsprechenden a proportional, noch die Werthe $(\theta - \tau)$ gleich werden, sondern beide von den m abhängen, so sieht man, dafs u und v in Beziehung auf die Constanten, mit Ausnahme der m, keine Uebereinstimmung zeigen, und daher weder eine gleiche noch ähnliche Bewegung darstellen. Wenn z. B. die Platte nur auf *einer* Seite von dem Wellenzuge getroffen wird, so sind die Wellen, welche sie auf der andern Seite fortpflanzt mit denen, welche sie auf jener empfangen hat, zwar von gleicher Länge, aber nicht von gleicher Form.

Ich werde die hier gewonnenen Resultate in einer

folgenden Abhandlung auf einige Erfahrungen über das Mittönen anwenden [1]).

1) Auf einem ganz verschiedenen Wege hat Herschel das Problem des Mittönens behandelt (*Encyclop. metropol. Sound*, §. 323—330) und ist zu einem Resultate gelangt, welches mit den Ergebnissen meiner Theorie nicht übereinstimmt. Ich habe daher die letztere gegen das Ansehn jenes berühmten Gelehrten in Schutz zu nehmen. Herschel nämlich untersucht nur den Endzustand, welcher nach sehr vielen (eigentlich unendlich vielen) Schwingungen eintritt. Er denkt sich den Eindruck der Welle ersetzt durch eine Reihe unendlich schnell auf einander folgender Stöfse, und behandelt deren Wirkung unter der Voraussetzung, dafs der Einflufs der Hindernisse (Luftwiderstand, Reibung, unvollkommene Elasticität etc.) darin bestehe, die Schwingungen in geometrischer Progression zu vermindern. (Dafs diese Voraussetzung für den Luftwiderstand zulässig ist, hat sich oben, §. 4, ergeben). Der dann zuletzt eintretende Zustand soll, nach Herschel, entweder in einer Bewegung von der Periode des ursprünglichen Tones oder in vollkommener Ruhe bestehen; das Erstere sey nur durch die Mitwirkung der Hindernisse möglich, das Letztere müsse bei Ausschlufs aller Hindernisse jederzeit zuletzt eintreten, aufser wenn die Schwingungen des erregenden und des mittönenden Körpers vollkommen isochronisch sind. Uns hingegen hat sich in §. 9 ergeben, dafs unter Einwirkung einer periodischen Kraft, bei Ausschlufs aller Hindernisse, die Bewegung keineswegs Null, sondern aus der Periode der Kraft und der eignen des Körpers zusammengesetzt ist, und um so beträchtlicher wird, je weniger diese beiden Perioden verschieden sind. Vollkommene Gleichheit derselben ist bei Ausschliefsung der Hindernisse eben so wenig, ja noch weniger nöthig, als bei Mitwirkung des Luftwiderstandes. In der That aber scheint mir die Rechnung, durch welche Herschel zu jenem Resultate gelangt, nicht einwurfsfrei zu seyn, und besonders darin nicht richtig, dafs die Wirkung der Elasticität, welche von der jedesmaligen, hier erst zu bestimmenden Ablenkung abhängt, von ihm einfach als eine Function der Zeit, unabhängig von der Ablenkung genommen worden ist. Diefs liegt nämlich darin, dafs vorausgesetzt wird, es habe sich die zu einer Zeit stattfindende Geschwindigkeit v nach Verlauf der Zeit τ vermöge der Elasticität in $v \cos n\tau$ verwandelt, eine Annahme, welche nur dann richtig ist, wenn zu der ersteren Geschwindigkeit v die Ablenkung 0 gehörte, welche aber von Herschel ohne diese Beschränkung angewendet wird.

Resultate.

18) Aus dem Vorhergehenden haben sich unter der Annahme, welche in §. 2 über die Beschaffenheit des schwingenden Körpers gemacht worden ist, nachstehende Folgerungen ergeben:

I. Betreffend den Luftwiderstand.

1) Wenn der Körper, einmal in Schwingung versetzt, dem Luftwiderstande überlassen wird, so vermindert sich die Amplitude bei gleichen Zeiträumen in geometrischer Progression. (§. 4. Gleichung 3.)
2) Die Schwingungen bei Luftwiderstand sind langsamer, als im leeren Raume. (§. 4. Gleichung 2.)
3) Beide Einflüsse sind um so beträchtlicher, je mehr der Körper zu einer dünnen Fläche ausgebreitet ist, auch je stärker der Druck und je niedriger die Temperatur der Luft ist. (§. 4. Gleichung 1.)

II. Betreffend die Wirkung fortdauernder Kräfte.

4) Wirkt auf den Körper eine constante Kraft, so unterscheiden sich die Schwingungen von denen, welche durch einmaligen Anstofs hervorgerufen werden, weder in ihrer Menge, noch in ihrer Form, noch in der Verminderung der Bewegung durch den Luftwiderstand, sondern nur darin, dafs die Gleichgewichtslage oder die Mitte der Schwingungsbahn verändert ist. (§. 8.)
5) Wirkt auf den Körper eine periodische Kraft, so ist seine Bewegung im leeren Raume aus zwei Perioden zusammengesetzt, deren eine = der der Kraft, die andere = der, welche der eigenen Schwingungsmenge des Körpers zukommt. (§. 9.)
6) Bei gleichzeitiger Einwirkung des Luftwiderstandes findet anfangs dasselbe angenähert statt; zuletzt aber bleibt

bleibt nur eine Bewegung übrig, deren Periode = der der Kraft ist. (§. 10.)

7) Sind jene beiden Perioden wenig verschieden, und die Kraft von der Form $A\cos(mt+\tau)$, so entsteht eine abwechselnd zu- oder abnehmende Schwingungsbewegung von beträchtlicher Stärke. Diefs gilt für den leeren Raum, und anfangs auch bei Luftwiderstand, wenn dieser nicht zu stark ist. (§. 11.)

III. Betreffend das Mittönen.

8) Die Bewegung des mittönenden Körpers ist anfangs aus der seiner eignen Schwingungsmenge (in Luft) zukommenden Periode und der des ursprünglich tönenden Körpers zusammengesetzt. (§. 13. 17.)

9) Sie geht aber nach einiger Zeit in letztere Periode allein über; jedoch erstreckt sich diese Uebereinstimmung im Allgemeinen nur auf die Dauer der Periode, nicht auf die Schwingungsform (Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit). (§. 13. 17.)

10) Ist der erregende Wellenzug von der Form

$$am\cos(mt+\tau),$$

so findet ein um so stärkeres Mittönen statt, je weniger die Periode dieses Werthes von der des mittönenden Körpers, wie er im leeren Raume schwingen würde, verschieden ist. (§. 14.)

11) Sind beide Perioden beträchtlich verschieden, so findet ein merkliches Mitschwingen nur bei Flächen statt, welche verhältnifsmäfsig ihres Areals wenig Masse haben. (§. 14.)

12) Sind beide Perioden wenig verschieden, so kann, bei kräftiger Elasticität, anfangs eine schwebende Schwingungsbewegung hervorgerufen werden, angenähert wie unter 7; doch verlangt sie eine starke Erregung und geht mit der Zeit in die unter 9. bezeichnete Bewegung über. (§. 14.)

13) Sind jene beiden Perioden gleich, so nimmt der

mittönende Körper zuletzt ganz die Bewegung der Lufttheilchen an, an deren Stelle er gesetzt ist. (§. 14.)

14) Ist der erregende Wellenzug aus mehreren Gliedern von der Form $am\cos(mt+\tau)$ zusammengesetzt, so gelten gleiche Folgerungen für die einzelnen Glieder dieses Werthes; namentlich macht der Körper nur die Bewegungen merklich mit, welche von seiner eigenen Periode nicht zu sehr verschieden sind. (§. 17.)

II. *Ueber die Pseudomorphosen und ihre anogene und katogene Bildung; von W. Haidinger.*

(Vorgetragen am 19ten September 1843, in der mineralogischen Section der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Grätz.)

(Schlufs von S. 183.)

II. Katogene Pseudomorphosen.

1) Wasserhaltige.

a) Salze nach Chloriden.

1) Gyps nach Steinsalz,
2) Polyhalit nach Steinsalz.

Die katogene Bildung von den unlöslichen Salzen nach dem mehr löslichen Steinsalz ist augenscheinlich unter vermehrtem Drucke geschehen, da sich ja sonst das Salz nur spurlos verloren hätte.

b) Hydratsalze nach Hydratsalzen.

1) Prehnit nach Analzim,
2) Prehnit nach Laumonit.

Auch Prehnit nach Leonhardit. Nach Zippe [1]) liegt die Abweichung der Axe beim Laumonit in der Ebene der grofsen Diagonale, nicht wie Blum [2]) angiebt in der Ebene der kleinen Diagonale, die schiefe Fläche ist daher überall auf die scharfe, nie auf die stumpfe Kante aufgesetzt. Die Bestimmung des Leonhardits ist daher eine Berichtigung der früheren Angaben über Laumonit.

Die katogene Bildung durch vermehrte Wärme und entsprechenden Druck ist bei der Bildung des Prehnits nach mancherlei Kuphonspathen, denn auch Mesotyp kommt auf diese Art verändert vor, unzweifelhaft.

c) Hydratsalze nach wasserlosen.

1) Kaolin nach Feldspath,
2) Kaolin nach Porzellanspath,
3) Kaolin nach Leuzit.

Feldspath zertheilt sich, um Kaolin zu bilden, in zwei Mischungen. Die elektro-negative auflösliche $\dot{K}a^3 \dddot{S}i^8$ wird von dem zersetzenden Strome hinweggeführt; die elektro-positive $\dddot{A}l^3 \dddot{S}i^4$ bleibt unauflöslich zurück, und erhält noch Wasser. Dafs der Fortschritt der Veränderung in positiver Richtung ging, beweisen überdiefs die Schwefelkieskugeln, welche in dem neu gebildeten Kaolin sich ausscheiden.

4) Chlorit nach Amphibol,
5) Chlorit nach Feldspath,
6) Steinmark nach Topas.

d) Oxyde nach Säuren.

1) Brauneisenstein nach Quarz.

Bei dieser sonderbaren Pseudomorphose, von Blum nach einem Elbaner Vorkommen beschrieben, ist doch die

1) Mohs, 2. Theil p. 258.

2) Pseudomorphosen, p. 105.

Basis des Brauneisensteines gegenüber der der Kieselerde bei gleicher Sauerstoffmenge elektro-positiv $4\,Fe\,3\,H$ gegen $3\,Si$. Die Angaben der natürlichen Verhältnisse des Vorkommens fehlen.

2) Wasserlose.

a) Salze nach Hydratsalzen.

1) Kalkspath nach Gaylüssit,

2) Kalkspath nach Gyps.

b) Salze nach Chloriden, Oxyden u. s. w.

1) Anhydrit nach Steinsalz.

c) Salze nach Salzen.

1) Kalkspath nach Feldspath.

Die zersetzten Feldspathkrystalle von Ilmenau aus dem rothen Porphyr bestehen nach G. Crasso aus einem Gemenge von kohlensaurem Kalk, etwas Eisenoxyd und in Säuren unlöslichen Silicaten.

2) Kalkspath nach Augit.

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk, 15,24 Procent nach Rammelsberg, in der sogenannten krystallisirten Grünerde aus dem Fassathal von Bufaure, verdient es, hier die Pseudomorphose zu erwähnen, da dieses Vorkommen hauptsächlich den Charakter einer katogenen Bildung darbietet.

3) Dolomit nach Kalkspath.

Unbezweifelt ist die Bildung von Braunspath oder Dolomit nach Kalkspath in katogener Richtung fortgeschritten. Obwohl ein mehr elektro-negativer Bestandtheil $Mg\ddot{C}$ zu dem $Ca\ddot{C}$ (nämlich Magnesiakarbonat zu dem Kalkkarbonat) getreten ist. Aber schon das Krystallinischwerden des Kalkspathes selbst ist ein katogener Fortschritt; auch bei diesem scheiden sich, wie in Rézbánya, Schwefelverbindungen aus. Das Gleiche findet bei Dolomit statt. Auf so manchen Erzgängen ist

der Kalkspath in beiden Richtungen der Zerstörung ausgesetzt, und weicht in elektro-negativer Richtung dem Quarz, in elektro-positiver Richtung dem Braunspath. Die krummen Flächen des letzteren in den Pseudomorphosen lassen wohl auf eine fortgesetzte allmälige Temperaturveränderung während der Bildung schliefsen. Wurde Kalkspath in einem Gange sammt dem umgebenden Gestein tiefer hinabgedrückt, und während der allmäligen Erwärmung durch Braunspath ersetzt, so konnte dieser bei einer neuen später erfolgten Erhebung des Ganzen wieder von Quarz verdrängt werden. Die Sammlung des k. k. montanistischen Museums in Wien besitzt einen merkwürdigen Fall dieser Art von den mächtigen Gängen von Felsöbánya in Ungarn.

Aber auch zu Kalkstein wird der Dolomit durch den Procefs der Anogenie wieder umgebildet, wenn er in eine dazu günstige Lage sich gehoben findet. Bekanntlich treffen wir ihn oft zerklüftet, so dafs er beim Daraufschlagen sich leicht in eckige Fragmente trennt. In den Klüften setzt sich Kalkspath in gangförmigen Massen ab; die Dolomit-Individuen in den Fragmenten verlieren ihren Zusammenhang und zerfallen zu Pulver, welches durch Auflösung immer mehr und mehr vermindert, endlich nur ein körperliches Fachwerk von Kalkspath zurückläfst, porös, und die Eindrücke des früheren Gesteines zeigend. Während des Zerstörungsprocesses trifft man oft Gyps in kleinen Krystallen in den Höhlungen. Dieses Stadium der Zersetzung zeigen insbesondere Varietäten von Pitten in Oestreich, und zwar südwestlich von diesem Orte in der Nähe des Kalkofens. Ich sammelte sie dort in Gesellschaft des k. k. Herrn Hofraths Grafen A. Breunner für das k. k. montanistische Museum. Schwefelkies, der sich in Dolomit katogen ausgeschieden, verändert sich bei diesem anogenen Procefs in Brauneisenstein, der unter Andern in der Nähe, in dem Rudolphibaue dieses Eisenwerkes, eine unregelmä-

ſsige Folge unterbrochener Massen bildend, zu Gute gebracht wird. Rauchwacke, auch Zellenkalk genannt, und Asche sind das Resultat der fortschreitenden Zersetzung des Dolomits in elektro-negativer Richtung, so wie dieser früher in elektro-positiver aus Kalkstein gebildet wurde.

Durch meinen verehrten Freund **Wöhler** wurde ich auf die Beobachtung, die auch **Mitscherlich** und L. **Gmelin** anführen, aufmerksam gemacht, daſs man Dolomit in Pulverform künstlich zerlegen kann, wenn man eine Auflösung von Gyps durch denselben dringen läſst. Bittersalz wird gebildet und kohlensaurer Kalk bleibt zurück. Dieser Versuch erläutert wohl mit hinreichender Evidenz die Bildung des Kalkspathes aus Dolomit bei unserer gewöhnlichen Temperatur und atmosphärischer Pressung. Häufig beobachtet man in den vielen Gypsbrüchen der östlichen Alpen, z. B. zu Füllenberg bei Heiligenkreuz unweit Baden, zu Weidmannsfeld östlich von Bernitz, Ausblühungen von Bittersalz als Vollendung des Kreislaufes in der Bildung und Zerstörung von Dolomit.

4) Zinkspath nach Kalkspath,
5) Spatheisenstein nach Kalkspath,
6) Spatheisenstein nach Bitterspath,
7) Weiſsbleierz nach Bleivitriol.

Wir haben augenscheinlich katogene Bildungen, wo immer Kohlensäure statt Schwefelsäure in die Verbindungen eintritt.

8) Weiſsbleierz nach Leadhillit,
9) Weiſsbleierz nach Schwerspath,
10) Wolfram nach Scheelit,
11) Amphibol nach Augit.

Blum rechnet nach den Analysen von nicht eisenhaltigen Varietäten, daſs Amphibol aus Augit gebildet wird, durch Verlust von $5\dot{C}$ gegen $3\dot{M}g$, also Verlust des positiveren gegen den negativeren Bestandtheil, ganz

wie beim Dolomit nach Kalkspath. Auch hier dürfen wir demnach katogene Veränderung annehmen. Augit können wir durch Schmelzung bei der gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre hervorbringen, Amphibol nicht. Ueberhaupt ist aber Gustav Rose's Ansicht [1]), dafs der Uralit durch pseudomorphe Bildung aus Augit entstehe, bis ins Kleinste der Dolomitbildung analog. Das Vorkommen der mit Amphibol besetzten Augitkrystalle in Arendal u. s. w. stellt sich parallel den Schemnitzer Braunspathen; bei den einen wie bei den andern sind die Individuen in symmetrischer Lage in Bezug auf die Krystalle. Das den Gebirgsdolomiten analoge Vorkommen ist der Uralit im Uralitporphyr. Die Vergleichung der chemischen Mischung fehlt, da wohl der Amphibol, nicht aber der Augit des Uralits analysirt ist.

12) Disthen nach Andalusit,
13) Glimmer nach Andalusit,
14) Glimmer nach Wernerit,
15) Glimmer nach Turmalin,
16) Talk nach Disthen,
17) Talk nach Feldspath,
18) Talk nach Pyrop,
19) Speckstein nach Quarz.

Die chemische Stellung des Specksteines gegenüber der reinen Kieselsäure ist gewifs eine elektro-positive. Es war ein katogenes Fortschreiten, welches diese Pseudomorphose bedingt. Dennoch mufs der krystallisirte Quarz selbst früher ebenfalls einem ähnlichen Procefs seine Entstehung verdanken, und zwar in einem absolut tieferen Niveau, als derjenige, in welchem er dem Speckstein zuletzt weichen mufste. Dieses plötzlich verändert, gab zu dem neu eingeleiteten Procefs Anlafs. Mehrere andere Speckstein-Vorkommen sind hierher geordnet, obwohl in einigen der Speckstein als Silicat negativer dasteht als die Drittelsilicate des Granates oder Glimmers,

1) G. Rose, Ural. Bd. II p. 247 — 378.

oder die Zweidrittelsilicate der Augite und Amphibole. Aber im Grunde sind uns in den meisten Fällen die eigentlich mit einander zu vergleichenden festen Punkte unbekannt. Wir besitzen Analysen der Körper, suchen allgemeine Ansichten zu entwickeln, vergleichen sie hypothetisch, aber den einzelnen Fall gerade von dem Speckstein, und gerade das Vorkommen der einzelnen Varietät der andern Species, mit welcher er verglichen werden soll, das eben fehlt.

20) Speckstein nach Topas,
21) - - Glimmer,
22) - - Wernerit,
23) - - Turmalin,
24) - - Staurolith,
25) - - Granat,
26) - - Idokras.
27) - - Amphibol,
28) - - Augit.

d) Sulfurete nach Salzen.

1) Bleiglanz nach Pyromorphit.

Die elektro-positive Richtung der Sulfuret-Pseudomorphosen nach Salzen, im Bleiglanz nach Pyromorphit besonders ausgezeichnet, ist nicht zu verkennen.

2) Schwefelkies nach Kalkspath,
3) Strahlkies nach Kalkspath,
4) Schwefelkies nach Baryt.

e) Sulfurete nach Sulfureten.

1) Glaserz nach Rothgiltigerz.

Das elektro-negative Schwefelantimon oder Schwefelarsenik verschwindet aus der Verbindung mit Schwefelsilber, um Glaserz pseudomorph nach Rothgiltigerz zurück zu lassen.

2) Schwefelkies nach Sprödglaserz,
3) Strahlkies nach Sprödglaserz,

4) Schwefelkies nach Rothgültigerz,

5) Strahlkies nach Rothgültigerz.

Bei den Pseudomorphosen von Eisenkies nach den bekannten silberhaltigen Sulfureten tritt das elektro negative Antimon und Silber gegen das positivere Eisen aus.

Schon bei der Aufzählung der einzelnen Pseudomorphosen verlangten die denselben in vieler Beziehung parallel gestellten, analoge Verhältnisse darbietenden Gebirgsgesteine Berücksichtigung. Auch bei diesen lassen sich in grofser Allgemeinheit die beiden Bewegungen des Zustandes, in elektro positiver und elektro-negativer Richtung, die katogenen und anogenen Resultate verfolgen.

Wir werfen einen Blick auf die verschiedenen Bildungen, wie sie vor unsern Augen entstehen. Einfache mechanische Ablagerungen aus Wasserfluthen sind Gerölle, Schotter, Sand, Schlamm, Producte des organischen Lebens, Kieselguhr und Infusorienlager, Humusbildung, Torfmoore und Treibholzablagerungen. Die vulkanischen Producte erscheinen als glasige und steinige Laven, als Auswürflinge und Asche, die mit Wasser gemengt die Schlammfluthen, Breccien und Tufe geben. Jedes einzelne dieser Glieder für sich von den neuesten Perioden nieder verfolgt, erlaubt die Herstellung einer Reihe von Felsarten, von welchen je zwei stets unmittelbar an einander gekettet sind. Schlamm setzt sich bald so fest zusammen, dafs die Thone entstehen, in welchen sich bereits so manche erkennbare mineralogische Species ausscheiden, während die Grundmasse, ein Gemenge aus zerstörten zerriebenen Mineralien, keine methodische Bestimmung zuläfst. Während des Festwerdens sondern sich die Bestandtheile. Besonders erscheinen Kalkconcretionen und Schwefelkies, letzterer vorzüglich in der Nähe vegetabilischer Reste; der kohlensaure Kalk oft sich in den kalkhaltigen Schalen anlegend, die nun nicht mehr locker, sondern späthig erscheinen, oder auch Salz,

Gyps, Spatheisenstein. Beides, kohlensaurer Kalk und Schwefeleisen, sind charakteristische Resultate katogener Bildung in elektro-positiver Richtung fortschreitend. Die Mergel, die Schieferthone zeigen schon ein festeres Gefüge, obwohl sie sich unmittelbar an die vorhergehenden anschliefsen. Die Anzahl der in denselben sich ausscheidenden Mineralspecies wird immer gröfser, sie sind oft weniger auflöslich im Wasser; unter den Pseudomorphosen dieses und des vorigen Stadiums erwähnen wir des Gypses, des Anhydrites nach Steinsalz von Göfsling und Hall. Mergel und Schieferthon zertheilen sich nicht mehr wie der Thon im Wasser. Man trifft sie aber dafür vielfältig zerspalten und zerrissen an. Die Wässer, welche in den Klüften ausgeprefst werden, stellen die Verbindung mit der Oberfläche her. Während nämlich vor unseren Augen, bewiesen durch die Producte katogener Bildung, ein elektro-positiver Fortschritt, eine wahre Reduction vor sich geht, was sich insbesondere durch die graue Färbung durch Eisenoxydul verräth, findet an der Oberfläche und entlang den Klüften das Entgegengesetzte statt, das Eisenoxydul verwandelt sich in Eisenoxydhydrat, erkennbar an den gelben und braunen Farben. So ist in Taf. II Fig 1 der Kern *g* grau, die Rinde *b* braun, letztere oft mit concentrischen, mehr und minder dunklen Streifen gezeichnet. Die Umgegend Wiens in den Schichten des Wienersandsteines zeigt mannigfaltige dahin gehörige Erscheinungen. So die Ruinenmarmore, gelblich oder graulich, des Leopoldsberges u. s. w., die von den feinsten nur etwa 8 Procent Thon haltenden Schichten bis zu den gröberen festeren übergehen, welche gegen 60 Procent Silicate enthalten. Man wird manche Varietäten mit Nutzen zu hydraulischen Cementen verwenden können. Die Theorie einer gewissen Klasse von Gangbildungen mit den zugleich stattfindenden Veränderungen der Grundmasse kann man nirgends besser studiren, als in einem Abraum zwischen Lainz

und Ober St. Veit, südwestlich von Wien, aus dem der Stein für die Strafsenbeschotterung gewonnen wird. Dünne Lagen, im Durchschnitt von zwei bis acht Zoll dick festeren Gesteines, liegen zwischen Schichten von rothem Mergel mit *Aptychus imbricatus* und *latus*, mit *Belemnites clavatus*, und angeblich Ammoniten. Der *Aptychus imbricatus* setzt noch in den darunter hervorkommenden Kalkstein nieder, die Schichten sind in der Mitte des Abraums, der auf einem Hügel liegt, horizontal, und neigen sich südlich und nördlich, fast wie die Oberfläche desselben. Der Kalkstein setzt westlich gegen St. Veit mit dem Aptychus fort. Bei St. Veit selbst sind vor vielen Jahren, in den südlich von dem Orte gelegenen, jetzt nicht mehr bearbeiteten Steinbrüchen mehrere Exemplare von *Ammonites humphiesianus* gefunden und von Seiner kaiserlichen Hoheit, dem durchlauchtigsten Erzherzoge Rainer in dem k. k. Hof-Mineraliencabinet niedergelegt worden. Ich fand kürzlich Fragmente gleich aufser dem Orte. Die rothen Mergel sind von Eisenoxyd gefärbt, der gröfsere Theil der Hornsteine zeigt dieselbe Farbe, auch einige der damit zusammen vorkommenden Kalksteine, doch sind die letzteren häufig grünlich grau. Aber in beiden läfst sich oft die Beobachtung Taf. II Fig. 2 bestätigen. Der Kern ist roth gefärbt durch Eisenoxyd, die Rinde grünlich grau, durch Eisenoxydul. Wir dürfen wohl für das Fortschreiten in den beiden Fällen Taf. II Fig. 1 und 2 ein und dasselbe Gesetz annehmen, ebenso wie Eisenoxydhydrat gegen Oxydul anogene Bildung ist, ebenso letzteres gegen Oxyd. Aber absolut wird das Oxydul in Gesteinen dieser Art nur durch Depression, durch Katogenie hervorgebracht. Es ist gewissermafsen eine *Anakatogenie*, eine Wiederholung des Processes fortschreitender Bildungen in elektropositiver Richtung, wenn man annimmt, dafs zur Färbung durch Oxyd eine der tieferen Senkung (Taf. II Fig. 3) entsprechende höhere Temperatur erforderlich

war, als zur Färbung durch Oxydhydrat. Das Vorkommen gewisser Hornsteinmassen mit einem von braunem Oxydhydrat gefärbten Kern, umschlossen von einer rothen Rinde, spricht dafür, dafs das Eisen in der Hornsteinmasse bereits durch Anogenie hydro-oxydirt war, und späterhin erst in gröfserer Tiefe durch die zunehmende Temperatur von aufsen hinein in Oxyd verwandelt wurde.

Obwohl von einer andern Localität, und ein anderes Verhältnifs erläuternd, mufs ich hier die in Taf. II Fig. 4 dargestellten Hornsteingeschiebe des Puddingsteines erwähnen. Sie haben häufig einen von Oxydhydrat braun gefärbten Kern, und werden von aufsen hinein schwarz gefärbt durch Oxydul, vermittelst des reducirenden Processes der Katogenie, dem das ganze Flötz unterlag. Die Umbildung schreitet von aufsen gegen innen vor, und ist noch nicht vollendet. Höchst merkwürdig sind in dieser Beziehung gewisse rhomboïdalisch zerklüftete Mergel, die bei Gelegenheit eines Strafsenbaues unweit Wilenz auf der gräflich Cernin'schen Herrschaft Petersburg in Böhmen gefunden wurden. Die Stücke, welche ich bei der Versammlung der Naturforscher in Grätz vorzeigte, wurden mir zu diesem Zwecke von dem Herrn Director des k. k. Hof-Naturaliencabinets, Hofrath Ritter von Schreibers, anvertraut. Er selbst hatte sie von dem Herrn Grafen Eugen von Cernin erhalten.

Die einzelnen Stücke stellen mit fast krystallographischer Genauigkeit niedrige, gerade, rhomboïdische Prismen vor. Die rhomboïdische Basis ist Schichtungsfläche, die Seitenflächen durch Zerklüftung entstanden. Zerbricht man die Stücke, Taf. II Fig. 5, nach der Richtung *aa*, parallel der Rhomboïd-Fläche, so geht der Sprung nicht ganz gleichmäfsig hindurch, sondern es schält sich im Innern, von rundlichen Flächen begränzt, ein Kern *b* heraus, während sich ein Deckel *c*, von einer oder der andern Seite ablöst. Der Kern ist blafs weifslichgrau, die

Schale braun, von Eisenoxydhydrat gefärbt. Ohne Zweifel hat eine durch die Klüfte hindurch geprefste alkalische Flüssigkeit den Eisengehalt als Oxydhydrat aus der ganzen Masse an die Oberfläche gezogen und daselbst präcipitirt, nachdem ursprünglich alles in gleichförmiger Mengung abgesetzt worden, und das Eisen in dem Zustande von Oxydul darin enthalten war.

Durch die Verfolgung der Thone, welche die Braunkohlenflötze überdecken, und die selbst schon manchmal fest genug sind, um dem Schieferthon unmittelbar sich zu nähern, gelangen wir zu diesem selbst, zu den Deckschiefern der Alpenkohlen, der Schwarzkohlen, der Anthracite mit ihren Floren, die eine ursprüngliche Thonbildung unabweislich andeuten, und die sich unmittelbar an die Thonschiefer anschliefsen.

Die geognostischen Uebergänge aus dem Thonschiefer, der selbst in so vielartigen, mehr oder weniger ausgezeichneten Varietäten, von mancherlei Farben, Gefüge und Beschaffenheit erscheint, in die verschiedenen anderen Schiefergesteine, besonders den Chloritschiefer und Dioritschiefer, endlich selbst in Gneuse und Glimmerschiefer, deute ich hier nur mit wenigen Worten an. Sie bilden wahre Reihen, die man nur recht zahlreich machen mufs, um sie auch deutlich und vollständig zu haben. Zwischen die durch eigene Namen bezeichneten Charakter-Varietäten reihen sich die, wo man oft in der Praxis zweifelhaft wird, zu welchen Gliedern man sie zählen soll.

Bei den Veränderungen zu den krystallinischen, den metamorphischen Gesteinen, bemerken wir, je tiefer und älter desto mehr Zerstörung der Bisilicate, die sich in einfache Silicate (Glimmer, Granat) und Trisilicate (Feldspathe) lösen, wobei noch überdiefs reine Kieselsäure (Quarz) ausgeschieden wird, dabei Schwefelkies, Magneteisenstein, Eisenglanz.

Unter dieser hohen Pressung und Temperatur bemächtigt sich die Kohlensäure des Kalkes, bei höherer Temperatur, aber geringerer Pressung mufs die Kohlensäure der Kieselsäure weichen, bei geringerer Temperatur und Pressung endlich ist die Kieselsäure stark genug durch den langsamen Procefs der anogenen Pseudomorphosen die Kohlensäure sammt dem Kalke zu vertreiben.

Aber es verdient stets unsere Aufmerksamkeit, zu beobachten, ob der Quarz in der ersten Stufe der Bildung, als Hornstein, Feuerstein, Chalcedon mit verschwindenden Individuen auftrete, oder krystallinisch als Quarz mit deutlichen Individuen. Letztere finden wir vorzüglich als katogene Bildung fortschreitend in elektro-positiver, erstere als anogene Bildung zurückgeworfen in elektronegativer Richtung.

Gleicherweise ist der Kalkspath, die Zusammensetzungs-Individuen im körnigen salinischen Marmor, katogene Bildung, während der auf Gängen gebildete häufig ein elektro-positives Nebenproduct eines Fortschreitens in negativer Richtung ist; so der Absatz in den Klüften, des verwitterten Spatheisensteines, der anogen zu Eisenoxydhydrat wird.

Billig hat Berzelius verlangt, man solle die chemische Orientirung bei einer Bildung, wie die von Keilhau aufgestellte des Porphyrs aus Sandstein, nicht aus den Augen setzen. Die Chemie mufs uns stets leiten. Aus Sandstein, der nur Quarzgeschiebe enthält, werden wir wohl auf nichts, als auf die grobkörnige Grauwacke geleitet, und sodann auf mehr krystallinisches Quarzfelsgestein. Aber wir haben so viele Gesteine, auch Sandsteine, die nicht blofs aus Quarz bestehen, die wir in ihrer Depression verfolgen können, dafs uns ein Weg ohne zu gewagte Hypothesen offen stehen wird. Auch die Veränderung in der Masse so mancher abnormer Gesteine wird uns dabei in den Forschungen leiten, doch verfolgen wir sie hier nicht weiter.

Das nach und nach immer mehr Krystallinischwerden der, sey es organischer, sey es sedimentärer Absätze von kohlensaurem Kalke, verlangt nur erwähnt zu werden. Die Reihe ist leicht mit denen in der Natur vorkommenden Varietäten vollständig gemacht. Dafs es ein wirklich katogener Procefs sey, beweist das Vorkommen von Schwefelkiesen, und so mancherlei anderer Schwefelmetalle, die man in dem Kalksteine, vorzüglich in den zunächst der Sohle der Flötze liegenden Theilen antrifft, wo sie sich während des Krystallinischwerdens des darüber liegenden Kalksteins zusammengezogen. Ein Gleiches findet während der Dolomitisation statt.

Die organischen oder mechanischen sedimentären Quarz-Ablagerungen von Infusorien oder feinem Sand werden nach und nach zu Hornstein, Kieselschiefer, Wetzschiefer, Quarzfels. In der Ratten in Steiermark zeigt ein merkwürdiger, zu dem dortigen Uebergangsgebirge gehöriger Wetzschiefer einen unreinen geschichteten gemeinen Quarz von grünlich grauer Farbe, der von ganz reinen Bergkrystall-Gängen durchsetzt wird. Er bildet vollständiges Analogon zu den von Kalkspathgängen durchsetzten dichten und geschichteten Kalksteinen.

Die katogene Bildung von Kalkspath in der Stelle der organischen Räume zwischen den schon als Kalkspath in den Schalen gewisser Thierklassen gebildeten Gerüste von kohlensaurem Kalke ist vorzüglich dadurch merkwürdig, dafs die Lage der Krystallaxen durch die in lebenden Körpern schon vorhandenen krystallinischen Kalkabsätze bedingt wird. So in den Radiarien u. s. w.

Die Verkieselung des Holzes erhält dagegen die feinsten Details unverändert dadurch, dafs verschwindend kleine Individuen von Hornstein u. s. w., oder auch der amorphe Opal nach und nach dieselben Gefäfse zwischen den organischen Theilen erfüllt, welche das Wasser einnimmt, wenn Holz damit durchdrungen wird. Warum sich Opal, warum sich Hornstein bilde, der amorphe oder

der rhomboëdrische Quarz, ist so wenig ausgemacht, als warum prismatischer oder hexaëdrischer Eisenkies krystallisiren. Manches spricht dafür, dafs auch hier, wie beim Aragon und Kalkspath Temperatur-Verschiedenheiten Veranlassung zur Bildung des einen oder des anderen geben. Bekanntlich bildet sich erst prismatischer Eisenkies, dann Schwefelkies, mit welchen die Krystalle des ersteren, z. B. in Littmitz in merkwürdig paralleler Stellung besetzt sind. Aber auf diesen ist wieder neuerdings prismatischer Eisenkies in schönen Krystallen abgelagert. Der Thon, in welchem sie eingewachsen vorkommen, ist unter Verhältnissen entstanden, wenig abweichend von dem Basalttuf, der bei Schlackenwerth die zu Kalkspath gewordenen Aragon-Baumstämme enthält, und bei dem wir sicher genug Abkühlung voraussetzen. Hier läfst sich ein Wechsel vermuthen.

Prismatischen Eisenkies kennt man auch in zarten Flimmern im edeln Opal eingewachsen, zu Czerwenitza. Ein merkwürdiges Stück davon findet sich in der Sammlung des Johanneums zu Grätz.

Bei Baszarabasza in Siebenbürgen kommt versteinertes Holz vor, das im Kern von Hornstein, an der Aufsenseite von Opal versteinert ist. Die Farben von zufällig anwesendem Eisengehalt deuten darauf hin, dafs sich der Kern gegen die Schale im katogenen Reductionsprocefs befinde.

Vorzüglich merkwürdig und ganz den Veränderungen in unorganischen Sedimentarbildungen entsprechend, sind insbesondere die Veränderungen in den vegetabilischen Körpern. Das Leben, die Existenz alles Organischen schwebt, wie Liebig insbesondere in neuerer Zeit so umfassend dargethan und ausgeführt hat, vornehmlich zwischen den Einwirkungen des Sauerstoffs, des Wasserstoffs, des Kohlenstoffs, also einer fortgesetzten Oxydation und Reduction. Von dem Oxygen der Atmosphäre getrennt, können wir auch hier eine fortgesetzte Reduction, eine

eine Veränderung in elektro-positiver Richtung oder Katogenie erwarten, die denn wirklich auch, begünstigt durch Druck und steigende Temperatur, nach und nach eintritt.

Schon im Torf beginnt die Entfärbung der organischen Stoffe, im mineralischen Torfe schlägt sich, wie in Franzensbad, Schwefelkies in den Quellengängen, den Wurzeln u. s. w. nieder. Kohlensäure, gleichzeitig gebildet, bricht mit den Mineralwässern und für sich in Gasquellen aus.

Noch dauert auch in manchen Braunkohlen die Entwickelung von Kohlensäure fort, während durch den andern Bestandtheil des Wassers, das Hydrogen, mancherlei Kohlenwasserstoffverbindungen gebildet werden.

Die Kohlen der Alpen, noch mehr die Schwarzkohlen in verschiedenen Ländern, selbst schon reicher an Kohlenstoff, schreiten nun weiter in elektro-positiver Richtung fort, durch Ausscheidung gasförmiger Kohlenwasserstoffverbindungen, bis endlich im Anthracit der reine Kohlenstoff übrig bleibt.

Dieser wird krystallinisch im Graphit, dessen geognostische Verhältnisse in den krystallinischen Schiefern so sehr an das Vorkommen der Steinkohlen erinnern; endlich erscheint der elektro-positivste Körper der Reihe, der Diamant in seinen ursprünglichsen Lagerstätten nach den neuesten Nachrichten, unter Verhältnissen, die ihm, analog den Granaten im Glimmerschiefer, seinen Platz im Quarz, Itacolumit eingewachsen anweisen, der selbst eine Säure, also negativ gegenüber dem Diamant steht, aber katogen gebildet. Bei dem Fortschritte der Bildung war keine Basis gegenwärtig, mit welcher der Kohlenstoff in der Gestalt der Kohlensäure Verbindungen hätte eingehen können. Es mufste Kohlenstoff oder Silicium entstehen. Höchst merkwürdig bleibt das Vorkommen des Diamants mit Kieselsäure, dem Quarz, verglichen mit dem Vorkommen des Graphits mit mancherlei Silicaten.

In der ganzen Reihe der Steinkohlenbildung ver-

schwindet zunächst der Oberfläche der Sauerstoff, doch nicht ohne Kohlenstoff mit sich hinwegzunehmen, sodann der elektro-positivere Wasserstoff, der gleichfalls Kohlenstoff auflöst; das elektro-positivste Glied, der Kohlenstoff, bleibt zuletzt rein übrig. Die Wasserbildung im Anfange der Zersetzung aus den zwei elektro-negativsten Körpern giebt ein Product, das weniger auffallend erscheint, als die anderen, weil es ohnediefs überall verbreitet ist.

Nicht uninteressant wird die Betrachtung der besonderen Lagerstätten, Lager und Gänge in Verbindung gebracht mit den beständig fortschreitenden Veränderungen der Gesteine. Aus den Thonen, im Reductionsprocesse begriffen, so lange sie nicht zu fest geworden sind, setzen sich die Schwefelmetalle u. s. w. nach ihrer Schwere ab, und da diefs während der ersten Absatzperiode geschehen mufste, so sind die Lager den Schichten der Schiefergesteine parallel. Sie tragen in ihrer Zusammensetzung den vollständigen Charakter katogener Bildung, indem sie Quarz neben kohlensauren Basen, Kalk, Eisen u. s. w., Schwefelmetalle und dergleichen enthalten.

Den gleichen Charakter zeigen andere Gänge, besonders in den gröfseren Teufen. Sie entstanden aus Gesteinen, in welchen die perpendiculäre Bewegung der reducirten Körpertheilchen durch die bereits erreichte gröfsere Festigkeit des Gesteines unmöglich war. Die neu entstandenen Species sammelten sich an den Kanten der quer durchgebrochenen Schichten, wie wir diefs in kleinen Beispielen leicht übersehen, aber auch von diesen bis in die, durch den Bergbau erschlossenen, von den gröfsten Abmessungen verfolgen können; wenn auch eben das Gigantische der letzteren gar oft einen Maafsstab erfordert, den man kaum anzulegen wagt.

Hier sind wir aber eigentlich erst auf den wahren Schauplatz der Pseudomorphie angelangt. Die Gänge stellen in vieler Beziehung die Fortsetzung der Oberfläche vor, geschützt von den wilden Einflüssen mechanischer

Kraftäufserungen. Nach Henwood's Beobachtungen [1]) sind die Gänge in Cornwall kälter, als das sie enthaltende Gestein, ein entschieden elektro-negativer Gegensatz, der insbesondere bei der anogenen Pseudomorphosenreihe durch die Bildung von Eisenoxydhydrat aus Schwefelkies oder Spatheisenstein, bei der Bildung der Bleisalze aus Bleiglanz, bei der Bildung der Quarzpseudomorphosen nach Kalkspath u. s. w. durch zahlreiche Beweise dargethan wird. Eine entgegengesetzte Richtung, das katogene Ersetzen von Kalkspath durch Braunspath zeigt sich bei anderen Gängen. Bei vielen sind zahlreiche Abwechselungen wahrzunehmen, sey es in der schichtenweisen Ablagerung verschiedener Mineralspecies an ihren Seiten, sey es durch die mannigfaltig wiederholten Processe der Pseudomorphie, die sich an denselben beobachten lassen.

Aus diesem Gesichtspunkte sind die Pseudomorphosen von unendlicher Wichtigkeit für die Theorie der Bildung unseres Erdkörpers. Wenn die Formen von organischen Wesen früherer Zeit uns Beweise von aufeinander gefolgten Epochen geben, so sind nicht minder die Formen von unorganischen Species Beweise für einen früheren Zustand, der verschieden von dem gegenwärtigen an dem Orte war, welchen wir jetzt zu betrachten im Stande sind, aber gänzlich gleich mit andern Zuständen, die uns wohl bekannt sind. Dort erscheint ein Fortschreiten, hier ein Kreislauf der Verhältnisse, ein Beweis für die Beständigkeit der Naturgesetze.

Wo immer die Pseudomorphosen und ihr Vorkommen einigermafsen genau betrachtet wurde, läfst sich die Richtung der Veränderung leicht erkennen; stets leitet aber doch ein Vorkommen auf Fragen, die nur durch absichtliches Forschen aufgehellt werden können. Die Ströme lösten selbst manchmal gerade das charakteristische Product auf, und führten es mit hinweg, so den

1) *London Liter. Gazette.* — Schwarz polyt. Journ. 1843 N. 71.

Gyps bei der Dolomitbildung, während ein scheinbar negativeres als Resultat eines wahren positiven Fortschrittes zurrückblieb.

Am meisten unsicher bleiben wir beim Speckstein. Hier erwarten wir selbst jetzt noch das Beste von der Zukunft, von den neuen Analysen gerade derjenigen Varietäten, und der dabei möglichst zu erhaltenden Species, die zerstört wurden, nebst der ganzen Geschichte der Localität. Diefs ist nun freilich oft in Handstücken gar nicht zu erreichen. Die Vergleichung der Mischungen von Pseudomorphosen mit anderen unzersetzten Varietäten entfernter Orte erscheint gänzlich unstatthaft, vorzüglich bei diesen erdigen Mineralien, bei denen von einer Varietät zur andern die Bestandtheile variiren, oder gar theoretisch festgesetzt werden müssen, so die Augite, Amphibole, Feldspathe, Kaoline, Specksteine, Steinmarke u. s. w., bei deren Analyse immer am Ende die Beurtheilung folgt, was in ihrer Mischung wesentlich sey, was nicht.

Die Pseudomorphosen mit den ursprünglichen Species verglichen, bilden also auch jetzt noch die interessanteste Aufgabe für die Naturforscher. Wenige sind mit allen Nebenumständen des Vorkommens ausführlich dargestellt. Diese insbesonders mit der durch die Analyse gewonnenen chemischen Kenntnifs der Zusammensetzung, verdienen wiederholt in der Natur beobachtet zu werden. Manche Frage wird sich dann genügend beantworten lassen, welche in der ersten Beobachtung unzusammenhängend erschien. Vorzüglich wird es dann möglich die ergänzenden Beobachtungen zu machen, woher die neu hinzugetretenen Stoffe kamen, und wohin die fehlenden ausgeschieden wurden. So die Aragone und Kalkspathe, die selbst im katogenen Gegensatze, zu den anogenen Quarzen, dem braunen Glaskopf und Wad stehen, bei der Anogenese des Brauneisensteines aus Spatheisenstein.

III. *Ueber das Krystallisationssystem des Quarzes; von G. Rose.*

(Aus den Monatsberichten der B. Akademie 1844 April.)

Haidinger hat zuerst eine eigenthümliche Art von Quarzkrystallen beschrieben, die im Dauphiné vorkommen, und dadurch ausgezeichnet sind, dafs die Flächen der gewöhnlichen sechsflächigen Zuspitzung des Endes matte und glänzende Stellen zeigen, welche so vertheilt sind, dafs eine glänzende Stelle der einen Fläche in der Endkante an eine matte der anderen angränzt. Er erklärt diese Krystalle durch regelmäfsige Verwachsung von zwei Individuen, deren Zuspitzungsflächen abwechselnd matt und glänzend sind, wodurch nun bei der Durchwachsung der Individuen, wenn das eine gegen das andere in der Axe um 180° gedreht ist, die matten Flächen des einen in die Richtung der glänzenden des anderen fallen, und bei der ganz unregelmäfsig laufenden Gränze zwischen beiden Individuen, der Zwilling auf den Flächen das gesprenkelte Ansehen erhält, welches diese Art der Zwillingskrystalle auszeichnet. Die in einer Kante angränzenden matten und glänzenden Stellen zweier benachbarten Zuspitzungsflächen gehören daher einem und demselben Individuum, die matten und glänzenden Stellen einer und derselben Zuspitzungsfläche verschiedener Individuen an.

Diese merkwürdigen Zwillingskrystalle sind in neuerer Zeit sehr schön auf einem Quarzgange im Granit bei Jerischau unweit Striegau in Schlesien vorgekommen; der Unterschied zwischen Matt und Glanz auf den Flächen ist nicht so stark wie bei den Krystallen des Dauphiné, so dafs bei dem starken Glanze der Flächen im Allgemeinen, schon einige Aufmerksamkeit dazu gehört, die

Erscheinung zu erkennen; die Individuen sind aber meistentheils nur aneinander, nicht wie bei denen des Dauphiné unregelmäfsig durcheinander gewachsen, so dafs sich die Gränze zwischen beiden Individuen auf das bestimmteste verfolgen läfst. Hr. G. Rose hat diese Zwillingskrystalle nun näher untersucht und daraus die Symmetrie der Flächen für die einfachen Krystalle abgeleitet; er hat sodann auch die Quarzkrystalle der übrigen Fundorte nicht allein in der reichen Königl. Sammlung, sondern auch in den hiesigen Privatsammlungen, an welchen allen, wie er fand, die beschriebene Verwachsung mehr oder weniger deutlich, eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, untersucht, und zieht dann aus seinen Beobachtungen den Schlufs, dafs die Krystallisation des Quarzes bestimmt rhomboëdrisch sey. Das sechsgliedrige Ansehen, welches der Quarz so häufig auffallend zeigt, so wie die vielen Abweichungen von der Symmetrie, die ihm gewöhnlich eigen sind, rühren nur von solchen Verwachsungen her. Die einfachen Krystalle sind ganz entschieden rhomboëdrisch; solche Krystalle kommen auch häufig vor, und die Symmetrie, die man bei ihnen wahrnimmt, ist dieselbe, die für die Individuen der Zwillinge abgeleitet werden kann. Die gewöhnliche sechsflächige Zuspitzung des Quarzes besteht demnach aus zwei Rhomboëdern, von denen das eine als die Grundform oder das Hauptrhomboëder R, das andere als sein Gegenrhomboëder r' zu betrachten ist. Beide unterscheiden sich untereinander nicht allein häufig durch die Verhältnisse des Glanzes und der Gröfse, sondern auch durch ihr Vorkommen mit den andern Rhomboëdern, von denen die Rhomboëder erster Ordnung stets verschieden von denen zweiter Ordnung sind. Die Spaltbarkeit unterscheidet aber das Hauptrhomboëder nicht; sie ist beim Quarze gewöhnlich überhaupt nicht deutlich, findet aber gleich deutlich parallel den Flächen des Haupt- und Gegenrhomboëders statt.

Die einfachen Formen, die Herr G. **Rose** beim Quarze aufgefunden hat, sind überhaupt folgende:

1) **Rhomboëder**

a) erster Ordnung.

$$R = (\ a :\ a : \infty a : c)$$
$$\tfrac{5}{3} r = (\tfrac{3}{5} a : \tfrac{3}{5} a : \infty a : c)$$
$$3 r = (\tfrac{1}{3} a : \tfrac{1}{3} a : \infty a : c)$$
$$4 r = (\tfrac{1}{4} a : \tfrac{1}{4} a : \infty a : c)$$
$$\tfrac{11}{2} r = (\tfrac{2}{11} a : \tfrac{2}{11} a : \infty a : c)$$
$$6 r = (\tfrac{1}{6} a : \tfrac{1}{6} a : \infty a : c)$$

b) zweiter Ordnung.

$$r' = (\ a' :\ a' : \infty a : c)$$
$$\tfrac{1}{2} r' = (2 a' : 2 a' : \infty a' : c)$$
$$2 r' = (\tfrac{1}{2} a' : \tfrac{1}{2} a' : \infty a : c)$$
$$\tfrac{7}{2} r' = (\tfrac{2}{7} a' : \tfrac{2}{7} a' : \infty a : c)$$
$$7 r' = (\tfrac{1}{7} a' : \tfrac{1}{7} a' : \infty a : c)$$
$$11 r' = (\tfrac{1}{11} a' : \tfrac{1}{11} a' : \infty a : c)$$

2) **Dreiseitige Pyramiden** [1].

$$s = (a : \tfrac{1}{2} a : a : c)$$

3) **Trapezoëder** [2].

a) Gewöhnliche

$u = (a : \tfrac{1}{4} a : \tfrac{1}{3} a : c)$; mit 7 fachem Cosinus
$y = (a : \tfrac{1}{5} a : \tfrac{1}{4} a : c)$ - 9 - -
$x = (a : \tfrac{1}{6} a : \tfrac{1}{5} a : c)$ - 11 - -
$v = (a : \tfrac{1}{8} a : \tfrac{1}{7} a : c)$ - 15 - -

1) Wegen der Gestalt, in welcher die Flächen dieser Form in den gewöhnlichen Combinationen erscheinen, werden sie gewöhnlich Rhombenflächen genannt, wie die Flächen der Trapezoëder Trapezflächen.

2) Sie liegen sämmtlich in der Endkantenzone des durch R und r' gebildeten Hexagondodecaëders, und ihre Flächen haben in dieser Zone die in dem Folgenden angegebenen Verhältnisse, während die Flächen von R und r', darin die Flächen mit 2 fachem, und die Rhombenflächen, die auch in dieser Zone liegen, die Flächen mit 3fachem Cosinus sind. Mit den Namen der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Trapezoëder bezeichnet Hr. G. **Rose** die von **Wackernagel** sogenannten grofsen und kleinen Trapezflächen.

b) Ungewöhnliche.

$t' = (\frac{1}{4}a : \frac{3}{5}a : a : c)$; mit $\frac{7}{3}$ fachem Cosinus
$p' = (\frac{3}{5}a : \frac{3}{8}a : a : c)$ - $\frac{13}{3}$ - -
$o' = (\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : a : c)$ - 5 - -
$w' = (\frac{3}{7}a : \frac{3}{10}a : a : c)$ - $\frac{17}{3}$ - -
$q' = (\frac{3}{8}a : \frac{3}{11}a : a : c)$ - $\frac{19}{3}$ - -
$u' = (\frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a : a : c)$ - 7 - -
$m' = (\frac{1}{6}a : \frac{1}{7}a : a : c)$ - 13 - -
$n' = (\frac{1}{12}a : \frac{1}{13}a : a : c)$ - 25 - -
$z' = (\frac{1}{13}a : \frac{1}{14}a : a : c)$ - 27 - -

4) Scalenoëder.

$o = (a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c)$; mit 5 fachem Cosinus.

5) Prismen.

a) Reguläre sechsseitige Prismen.

$g = (a : a : \infty a : \infty c)$

b) Symmetrische sechsseitige Prismen.

$d = (a : \frac{1}{6}a : \frac{1}{5}a : \infty c)$

Die *Rhomboëder erster Ordnung* sind alle glänzend und glatt, nur die Flächen von R sind öfters warzig; auch reflectiren sie öfters ein schwaches rothes Licht (Zwillingskrystalle vom Dauphiné). Diefs Rhomboëder findet sich zuweilen ohne alle Combination oder nur mit dem regulären sechsseitigen Prisma. Unter den übrigen Rhomboëdern dieser Ordnung ist $3r$ am häufigsten; es findet sich besonders herrschend an Krystallen aus der Schweiz, und kommt hier mit $\frac{5}{3}r$, $4r$ und $\frac{11}{2}r$ vor; bei den Krystallen von Striegau findet es sich nur mit $\frac{5}{3}r$, welches vorherrscht; bei den Dauphineer Krystallen kommt es nicht vor, hier finden sich die Rhomboëder $\frac{11}{2}r$ und $6r$.

Die *Rhomboëder zweiter Ordnung* sind meistentheils matt oder gestreift; die Flächen von r' sind wohl häufig noch glänzend, doch selten so stark wie die von R, auch

reflectiren sie zuweilen ein grünes Licht (Zwillingskrystalle vom Dauphiné); gewöhnlich sind sie auch kleiner als die Flächen von *R*. $\frac{1}{2}r'$ ist bis jetzt nur bei den Krystallen von Quebeck vorgekommen, die Flächen sind hier immer matt und gewöhnlich abgerundet. Die übrigen Rhomboëder sind alle gestreift. $7r'$ findet sich mit $11r'$ besonders an Krystallen vom Dauphiné, ohne $11r'$ zu Carrara; $\frac{7}{2}r'$ besonders an Krystallen in der Schweiz.

Die Flächen der 3*seitigen Pyramide s* sind meistentheils gestreift parallel den Kanten mit *R* und den ungewöhnlichen Trapezoëderflächen.

Unter den *gewöhnlichen Trapezflächen* finden sich die von *x* am häufigsten [1]), sie kommen häufig ohne die anderen Trapezflächen (an den Krystallen von Carrara, vom Dauphiné, Baveno u. s. w.) vor, und sind gewöhnlich glatt und glänzend. — Die Flächen *u* kommen gewöhnlich mit den Flächen *x* zusammen vor, wie z. B. an den Krystallen aus der Schweiz, und sind meistentheils matt. Die Flächen *y* sind sehr selten und finden sich mit *u* und *x* zusammen an Krystallen aus der Schweiz; die Flächen *v* erscheinen häufiger, aber immer nur als sehr schmale Abstumpfungsflächen von $\frac{x}{g}$. (Dauphiné, Jemtland.)

Die *ungewöhnlichen Trapezflächen* kommen viel seltener vor als die gewöhnlichen, doch sind ihrer eine größere Zahl. Sie sind bis auf *u* sämmtlich von den erstern verschieden. Ihre Flächen sind immer gestreift parallel ihren Kanten mit *s* oder *R*.

Die Flächen von *t'* sind bei den Krystallen von Baveno häufig und finden sich auch an den Zwillingskrystallen der Schweiz als schmale Abstumpfungsflächen der Kanten von *R* des einen, und $3r$ des anderen Individuums.

1) Wackernagel behauptet dieſs von dem Trapezoëder *u*, was nicht mit den Beobachtungen des Herrn G. Rose übereinkommt.

Die Flächen p' sind glänzend und erscheinen an den Krystallen der Schweiz als Abstumpfungsflächen von $\frac{u}{2r'}$.

Die Flächen o' sind matt.

Die Flächen w' sind glänzend und erscheinen an den Krystallen aus der Schweiz als schmale Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen u des einen und $3r$ des anderen Individuums.

Die Flächen q' an den Krystallen der Schweiz als Abstumpfungen von $\frac{u}{\frac{7}{2}r'}$.

Die Flächen u' an Krystallen von Dissentis in der Schweiz als Abstumpfungen von $\frac{x}{\frac{7}{2}r'}$, aufserdem in der Zone von R, x nach dem untern u'.

Die Flächen n' an eben diesen Krystallen als Abstumpfungen der Kanten zwischen x und dem untern $\frac{7}{2}r'$.

Die Flächen z an den Zwillingskrystallen der Schweiz als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem obern x des einen und dem untern $4r$ des andern Individuums.

Das *Scalenoëder* o findet sich an den Krystallen in den Höhlungen des Mandelsteins von den Ferroërn, wie auch an dem Amethyste aus Brasilien.

Die Flächen des *regulären sechsseitigen Prisma* finden sich nach den Flächen R und r' am häufigsten und bilden mit diesen die gewöhnlichste Combination. Die Flächen desselben sind zuweilen ganz glatt und glänzend (an den Krystallen von New-York, Carrara, Bornholm, Marmorosch u. s. w.), gewöhnlich sind sie aber horizontal gestreift. Zuweilen sind die einen abwechselnden Flächen etwas matter wie die andern. (Krystalle von Jerischau bei Striegau.)

Die Flächen des *symmetrisch sechsseitigen Prisma* bilden nur sehr schmale Zuschärfungen der abwechselnden Kanten der vorigen Form.

Durch das Vorkommen der dreiseitigen Pyramide und

der Trapezoëder, die bis jetzt noch an keinem andern Minerale vorgekommen sind, erscheint das Krystallisationssystem des Quarzes sehr eigenthümlich. Die genannten Formen haben keine parallelen Flächen; die Flächen derselben finden sich in den Combinationen an den abwechselnden Seitenkanten des sechsseitigen Prisma zugleich am obern und untern Ende, die Trapezflächen an den Seiten der Rhombenflächen, die gewöhnlichen auf der einen Seite und in der Zone *r'*, *s*, *g*, die ungewöhnlichen auf der andern Seite und in der Zone *R*, *s*, *g*; so dafs daher, wenn eine bestimmte Trapezfläche am obern Ende auf der rechten Seite von *s* erscheint, an dem untern sie sich an der linken findet. Nie kommen aber an einfachen Krystallen die Rhomben- oder dieselben Trapezflächen an benachbarten Ecken vor; wo sie sich auf diese Weise finden, ist diefs immer eine Folge der Zwillingsverwachsung; aber die Rhomben und Trapezflächen finden sich entweder an den einen oder den andern abwechselnden Seitenkanten, oder auf der rechten oder linken Seite der Hauptrhomboëderflächen, so dafs man danach die Quarzkrystalle in rechte und linke unterscheiden kann. Diejenigen Krystalle sind rechte, bei denen, wenn man sich in der Axe des Krystalls denkt, das Gesicht zur Hauptrhomboëderfläche gerichtet, die Rhomben- und Trapezflächen zur Rechten liegen; diejenigen linke, wo sie zur linken liegen. An dem obern Ende liegen daher die gewöhnlichen Trapezflächen immer an der innern Seite der Rhombenflächen und die ungewöhnlichen an der äufsern.

Sehr merkwürdig ist nun bei dem Vorkommen von Trapezoëdern das Vorkommen von Scalenoëdern, welches die homoëdrischen Formen der Trapezoëder sind. Es ist bis jetzt mit Sicherheit nur ein einziges solches bekannt, welches der Doppelflächner eines gewöhnlichen Trapezoëders wäre, aber als solches nicht, wohl aber als ungewöhnliches Trapezoëder vorkommt, nämlich das

Scalenoëder *o*. Als grofse Seltenheit scheint auch das Scalenoëder *x* vorzukommen, die königl. Sammlung besitzt zwei Krystalle, an denen sich eine rechte und linke Trapezfläche *x* an zwei benachbarten Ecken unter der Hauptrhomboëderfläche finden; den einen verdankt die Sammlung Herrn Wackernagel, der auch einige Fälle der Art beschreibt [1]). Die Zuschärfungen der Seitenkanten der sechsseitigen Prismen finden sich nur an denjenigen Kanten, an welchen keine Rhombenflächen vorkommen; sie haben ebenfalls keine parallele Flächen.

Die Zwillingsbildung ist beim Quarz sehr häufig. Die Zwillingsebene ist die gerade Endfläche und die Umdrehungsaxe parallel der Hauptaxe. Die Krystalle sind nun in den Zwillingen theils aneinander, theils durcheinander gewachsen und sie sind entweder durch einspringende Winkel deutlich von einander zu unterscheiden, oder nicht, in welchem Fall dann die Zwillinge, wie einfache Krystalle erscheinend, oft nur schwer zu erkennen sind. Die Rhomboëderflächen *R* und *r'* unterscheiden sich indessen sehr häufig durch Verschiedenheit des Glanzes, wodurch sich auch in diesem Fall die Gränze beider Individuen bemerklich macht; wenn aber die durcheinander gewachsenen Krystalle ganz regelmäfsig wären und die Zwillingsgränzen genau durch die diametralen Seitenkanten gingen, so würden sich an dem einen Ende nur die Flächen des Hauptrhomboëders, und an dem andern Ende nur die des Gegenrhomboëders, an dem einen Ende also eine sechsflächige Zuspitzung mit glänzenden, an dem andern Ende mit matten Flächen finden, und der Zwillingskrystall würde, wenn er wie gewöhnlich aufgewachsen ist, von einem einfachen Krystalle nicht zu unterscheiden seyn; indessen sind die Gränzen nie so regelmäfsig und dadurch ist der Zwillingskrystall um so erkennbarer. Diese durcheinander gewachsenen Krystalle finden sich besonders in der Schweiz; sie sind hier im-

1) Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre Bd. V. S. 83.

mer aufgewachsen und das freie Ende ist immer dasjenige, an welchem sich die glänzenden Hauptrhomboëderflächen finden; das andere hat Hr. G. Rose nie ausgebildet gesehen.

Alle diese Zwillingskrystalle sind aber nur Verwachsungen von zwei rechten oder zwei linken Individuen; Verwachsungen von einem rechten und einem linken Individuum sind Hrn. G. Rose nie vorgekommen, daher die von Brewster und Dove [1]) erhaltenen Resultate, dafs Amethyste und Bergkrystalle mit stellenweise matten und glänzenden Flächen in ihren *optischen* Erscheinungen sich verhalten, wie eine Combination von rechts und links drehenden Individuen mit den Ergebnissen der *krystallographischen* Untersuchung nicht übereinstimmen.

IV. *Ueber die Quarzkrystalle von Jerischau bei Striegau in Schlesien; von G. Rose* [2]).

Diese Krystalle wurden erst vor einigen Jahren auf einem Quarzgange im Granit entdeckt, den man bei Anlegung einer neuen Strafse entblöfste [3]). Sie gehören

1) Vergl. Poggendorff's Ann. Bd. XI S. 607.

2) Diese Abhandlung ist ein Theil der gröfsern Abhandlung über das Krystallisationssystem des Quarzes, von der der vorige Bericht ein Auszug ist, und die vollständig in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1844, deren Druck im Anfang des Jahres 1845 beginnt, erscheinen wird. In dieser sind die Quarzkrystalle der hauptsächlichsten Localitäten beschrieben, und ich lasse schon hier die Beschreibung der Krystalle von einer dieser Localitäten folgen, da sie, mittelst der beigegebenen Figuren zum Verständnifs des vorigen Auszuges beitragen kann.

3) Die schönen Krystalle, welche die königl. Sammlung enthält, kamen in dieselbe durch die Mineralienhandlung des Herrn Krantz, die noch in Besitz einer grofsen Menge von Exemplaren ist.

zu den schönsten ihrer Art, und stehen an Reinheit und Durchsichtigkeit kaum denen einer andern Localität nach. Sie sind von verschiedener Gröſse, ein bis mehrere Zoll groſs, meistentheils aber mit einem Ende aufgewachsen, bilden sonst aber dieselbe Combination, wie die Krystalle von New-York [1]). Von Trapezflächen und Flächen spitzerer Rhomboëder findet sich keine Spur. Die Zuspitzungsflächen kommen ebenfalls sehr unregelmäſsig ausgedehnt vor, doch sind in der Regel auch hier die Flächen des Hauptrhomboëders R gröſser als die des Gegenrhomboëders r', und zuweilen in dem Maaſse, daſs die des letztern fast ganz verdrängt werden. Auch in Rücksicht des Glanzes zeigt sich ein Unterschied; sie sind zwar im Allgemeinen glatt, doch sind nur die Flächen des Hauptrhomboëders spiegelflächig glänzend, die andern ein wenig matter, wenn auch noch Bilder mit ziemlich scharfen Umrissen reflectirend. Ein solcher Unterschied zeigt sich auch selbst auf den Seitenflächen g; sie sind wie gewöhnlich beim Quarz in die Quere gestreift, doch ist diese Streifung nicht überall gleich, bei den einen abwechselnden Seitenflächen stehen die Streifen weiter auseinander, bei den andern sind sie enger, die erstern Flächen sind dabei glänzender, die andern weniger glänzend. Bei manchen Krystallen ist dieser Unterschied sehr groſs, bei andern ist er geringer. Die beiden Enden der Krystalle wären daher bestimmt von einander unterschieden, indem an dem einen Ende die glänzenden oder Hauptrhomboëderflächen auch auf den glänzenden Seitenflächen, an dem andern Ende dagegen auf den matten aufgesetzt wären, indessen habe ich, obgleich ich wohl einige 40 Krystalle dieses Fundorts untersucht habe, immer nur das erstere Ende auskrystallisirt gesehen, mit dem andern waren die Krystalle stets auf-

1) Die Beschreibung dieser Krystalle steht in der citirten Abhandlung der Krystalle von Jerischau vorauf. Man ersieht aber die Form dieser letztern aus den Fig. 6 u. 7 von Taf. II.

gewachsen. Einige an beiden Enden auskrystallisirte Krystalle hatten matte Seitenflächen, und zeigten keinen Unterschied unter denselben.

Die Rhombenflächen finden sich auch nur an den abwechselnden Ecken der sechsflächigen Zuspitzung, und entweder auf der rechten oder linken Seite der Hauptrhomboëderflächen. Sie sind noch stärker wie bei den Krystallen von New-York parallel zwei gegenüberliegenden Kanten gestreift, aber die Streifung besteht nicht aus Streifen, die über die ganze Fläche hinübergehen, sondern aus lauter kleinen Strichelchen, die untereinander nicht zusammenhängen, wenn sie auch alle den beschriebenen Kanten parallel gehen. Die Streifung ist stets parallel den Kanten mit dem Hauptrhomboëder, die Rhombenflächen kommen daher vollkommen mit den Rhombenflächen von New-York überein, und würden sich daher gewifs auch an den untern Enden an denselben Seitenkanten finden, wenn diese ausgebildet wären.

Selten sind aber die Krystalle einfach; gewöhnlich sind sie zwillingsartig verwachsen wie bei den von Haidinger beschriebenen und oben angeführten Zwillingen [1]). Da die Flächen des Haupt- und Gegenrhomboëders sich aber im Glanze oft nur wenig unterscheiden, so erfordert es oft einige Aufmerksamkeit, um die Erscheinung zu erkennen, die sich sonst überaus schön zeigt. Die beiden Individuen des Zwillings sind meist nur aneinander gewachsen, daher die Zuspitzungsflächen kein fleckiges Ansehn haben, sondern nur wenn die Gränze über sie hinweggeht, auf der einen Seite derselben matt, auf der andern glänzend sind; sonst geht diese Gränze auch ganz unregelmäfsig. Sie läuft bald ungefähr einer Seitenfläche parallel, bald geht sie zickzackförmig, bald völlig unregelmäfsig. Die Rhomboëderflächen erscheinen bei diesen Zwillingen zu 2, 3 und 4, und häufig an benachbarten Ecken, bald ist auch das eine

1) *Jonrnal of Science*, 1824 *Vol. I p.* 322.

Individuum grofs und das andere klein, selten sind beide ziemlich gleich grofs, oft ist das eine durch das andere in zwei Stücke getheilt; stets sind es aber nur rechte oder nur linke Individuen, die miteinander verwachsen, und stets findet sich dasselbe Ende bei den Zwillingskrystallen auskrystallisirt, wie bei den einfachen; die glänzenden Hauptrhomboëderflächen sind stets auf den glänzenden Seitenflächen, die mattern Rhomboëderflächen stets auf matten Seitenflächen aufgesetzt; so viel Krystalle ich auch beobachtet habe, so habe ich doch von diesem Gesetze nie eine Ausnahme beobachtet. Es folgt aber daraus, dafs die Zwillingsebene die gerade Endfläche ist, nicht eine Seitenfläche des Prisma, weil sonst nicht dieselben Enden der Individuen sich an dem einen Ende des Zwillings finden könnten.

In Taf. II Fig. 8 bis 11 sind nur einige der gewöhnlichen Fälle dargestellt, die Nachbildungen von wirklich vorkommenden Zwillingen sind. Fig. 8 und 9 sind Verwachsungen von zwei linken, Fig. 10 bis 11 von zwei rechten Krystallen. Fig. 8 ist die Abbildung eines gröfstentheils einfachen Krystalls; nur an der Ecke, wo die dritte Rhombenfläche liegen sollte, findet sich ein anderes Individuum, daher hier keine Rhombenfläche entstehen, und der Zwilling am auskrystallisirten Ende nur zwei Rhombenflächen zeigen konnte. Ein Theil dieses Individuums findet sich auch noch auf der gegenüberliegenden Seitenfläche, geht aber nicht bis zu den Endflächen. Die Gränze beider Individuen ist ganz unregelmäfsig. Bei Fig. 9 ist das kleinere Individuum mehr ausgedehnt, und geht bis zur folgenden Ecke, wo nun eine Rhombenfläche dieses Individuums erscheint; der Zwilling also wie ein einfacher Krystall drei Rhombenflächen hat, aber zwei an benachbarten Ecken. Bei Fig. 10 und 11 finden sich vier Rhombenflächen, bei Fig. 10 liegt das kleinere Individuum auf der hintern Seite, und greift oben über die Spitze nach vorn herüber. Bei Fig. 11 geht die Gränze über

die Spitze des Krystalls hinüber; beide Individuen sind ziemlich von gleicher Gröfse, die Zuspitzung erscheint bei dem Vorherrschen der Hauptrhomboëderflächen rhombenoctaëdrisch; der Zwillingskrystall hat, da er eine Verwachsung von zwei rechten Individuen bildet, vier Rhombenflächen; wären die Individuen linke, so würde bei ganz gleichlaufender Gränze, der Zwilling nur zwei Rhombenflächen haben. Den entgegengesetzten Fall dieses Krystalls, wo die Zuspitzung von zwei Flächen des Hauptrhomboëders *R* und von vier des Gegenrhomboëders *r'* gebildet ist, habe ich nie beobachtet.

V. *Die Siedhitze der chemischen Verbindungen das wesentlichste Kennzeichen zur Ermittlung ihrer Componenten; von H. Schröder.*

(Schlufs von S. 197.)

III. Kohlenwasserstoffe.

Erste Reihe.

1) *Benzin* $= C_{12}H_{12}$ ist Triformyl $(C_4H_4)_3$.
Siedh. ber. $= 85^\circ$ bis 86°.
- beob. $= 86^\circ$ Mitscherlich; $85^\circ,5$ Faraday.

2) *Retinnaphtha* oder *Benzoën* $= C_{14}H_{16}$ ist Methylen-Triformyl:

$$(C_2H_4)^m.(C_4H_4)_3.$$

Siedh. ber. $= 106^\circ$ bis 107°.
- beob. $= 108^\circ$ Walter, Déville.

3) *Dracyle* $= C_{16}H_{20}$ ist Bimethylen-Triformyl.

$$(C_2H_4)_2^m.(C_4H_4)_3.$$

Siedh. ber. $= 127^\circ$ bis 128°.
- beob. $= 125^\circ$ bis 127° Glenard und Boudault.

4) *Retinyl* $=C_{18}H_{24}$ ist Trimethylen-Triformyl:
$(C_2H_4)_3^m.(C_4H_4)_3$.
Siedh. ber. $=148^0$ bis 149^0.
- beob. $=150^0$ Walter.

5) *Cumin* $=C_{18}H_{24}$ ist Bimethylen-Elayl-Triformyl:
$(C_2H_4)_2^m.(C_2H_4)^e.(C_4H_4)_3$.
Siedh. ber. $=144^0$ bis 145^0.
- beob. $=144^0$ Gerhardt und Cahours.

Diese Reihe ist höchst merkwürdig, da sie reine Methylen-Verbindungen des Benzins enthält, und, ohne dafs ein Zwischenglied fehlte, durch die Beobachtungen bereits vollständig gegeben ist.

Zweite Reihe.

1) *Benzin* $=C_{12}H_{12}$ ist Triformyl $(C_4H_4)_3$.
Siedh. ber. $=85^0$ bis 86^0.
- beob. $=86^0$ Mitscherlich.

2) *Cinnamin* $=C_{16}H_{16}$ ist Tetraformyl $(C_4H_4)_4$.
Siedh. ber. $=137^0$ bis 138^0.
- beob. $=140^0$ Gerhardt und Cahours.

Diese Reihe enthält die Glieder der reinen Formylreihe. Sie führt zu den noch unbekannten Gliedern $C_8H_8=(C_4H_4)_2$ mit der Siedhitze 33^0 bis 34^0; C_4H_4 mit der Siedhitze -19^0 bis -18^0.

Dritte Reihe.

1) *Caoutchen* $=C_8H_{16}$ ist Tetramethylen $=(C_2H_4)_4^m$.
Siedh. ber. $=13^0$ bis 14^0.
- beob. $=14^0,5$ Bouchardat.

2) *Oleën* $=C_{12}H_{24}$ ist Hexamethylen $=(C_2H_4)_6^m$.
Siedh. ber. $=55^0$ bis 56^0.
- beob. $=55^0$ Frémy.

3) *Ditetryl* $=C_8H_{16}$ ist Tetraëlayl $=(C_2H_4)_4^e$.
Siedh. ber. $=-2^0$ bis -3^0.
- beob. = unter 0^0 Faraday; condensirt bei $-17^0,8$.

Diefs ist die reine Methylen- und Elayl-Reihe. Sie führt zu den noch unbekannten Gliedern $(C_2H_4)^m_3$ mit der Siedhitze —7° bis —8°; $(C_2H_4)^m_2$ mit der Siedhitze —28° bis —29°; und $(C_2H_4)^m$ mit der Siedhitze —49° bis —50°; und zu den Gliedern $(C_2H_4)^e_3$; $(C_2H_4)^e_2$ und $(C_2H_4)^e$, das letztere mit der Siedhitze —53° bis —54°.

Vierte Reihe.

1) *Terebilen, Peucyl* $=C_{20}H_{32}$ ist Hexaëlayl-Biformyl.

$(C_2H_4)^e_6.(C_4H_4)_2$.

Siedh. ber. =135° bis 136°.

- beob. =135° Déville.

2) *Tereben, Camphilen, Dadyl* $=C_{20}H_{32}$ ist Bimethylen-Tetraëlayl-Biformyl:

$(C_2H_4)^m_2.(C_2H_4)^e_4.(C_4H_4)_2$.

Siedh. ber. =143° bis 144°.

- beob. 145° Soubeiran und Capitaine.

3) *Terpenthinöl* $=C_{20}H_{32}$ ist Penthamethylen-Elayl-Biformyl:

$(C_2H_4)^m_5.(C_2H_4)^e.(C_4H_4)_2$.

Siedh. ber. =155° bis 156°.

- beob. =156° Dumas.

Für das gewöhnliche Terpenthinöl haben Blanchet und Sell die Siedhitze gefunden zu 150° bis 165°, je nach dem Ursprung. Es ist ein Gemisch aus den verschiedenen isomeren Oelen, welche, wie man leicht sieht, durch theilweise oder völlige Umsetzung des Hexaëlayls in Methylen hervorgebracht werden. Diese Reihe kann daher die Terpenthinölreihe genannt werden.

Fünfte Reihe.

Wacholderöl $=C_{20}H_{32}$ ist Methylen-Triëlayl-Triformyl-Hydrogen:

$(C_2H_4)^m.(C_2H\ )^e_3.(C_4H_4)_3.(H_4)$.

Siedh. ber. $=154^{\circ}$ bis 155°.
- beob. $=155^{\circ}$ Blanchet und Sell.

Das gewöhnliche Wacholderöl ist ein Gemisch aus den isomeren Oelen, welche durch theilweise oder völlige Umsetzung des Methylens in Elayl oder umgekehrt hervorgebracht werden. Die Siedhitze berechnet sich für die ganze so entstehende Reihe zu 150° bis 167°. Soubeiran und Capitaine haben beobachtet 155° bis 163° für das Wacholderöl, je nach seinem Ursprung.

Sechste Reihe.

1) *Citronenöl* $=C_{20}H_{32}$ ist Biëlayl-Tetraformyl-Bihydrogen:

$$(C_2H_4)_2^{e}.(C_4H_4)_3^{\cdot}.(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=165^{\circ}$ bis 166°.
- beob. $=165^{\circ}$ Soubeiran u. Capitaine
167° Saussure.

2) *Citrilen*, *Citryl* $=C_{20}H_{32}$ ist ein Gemisch von Methylen-Elayl und Bimethylen in Verbindung mit Tetraformyl-Bihydrogen. Die Siedhitze berechnet sich zu 169° bis 174°; Blanchett und Sell haben beobachtet 168° bis 175°.

Das gewöhnliche Citronenöl ist ein Gemisch aus allen dreien; denn die zuerst übergehenden Theile sieden, nach Soubeiran und Capitaine, bei 165°, die zuletzt übergehenden bei 175°; das sind genau die berechneten Gränzen.

Siebente Reihe.

Pomeranzenöl $=C_{20}H_{32}$ ist Pentaformyl-Trihydrogen.

$$(C_4H_4)_5.(H_4)_3.$$

Siedh. ber. $=180^{\circ}$ bis 181°.
- beob. $=180^{\circ}$ Soubeiran u. Capitaine.

Man sieht, wie sich die Erklärung der ganzen Schaar von mit dem Terpenthinöl isomeren Substanzen mit Leichtigkeit darbietet.

Achte Reihe.

1) *Camphogen*, Oel aus Cuminum Cyminum, $=C_{20}H_{28}$ st:. Bimethylen-Tetraformyl-Hydrogen:

$$(C_2H_4)_2^m.(C_4H_4)_4.(H_4)$$

Siedh. ber. $=176°$ bis $177°$.
- beob. $=175°$ Delalande.

2) *Citronenöl* $=C_{20}H_{32}$, ist Biëlayl-Tetraformyl-Bihydrogen:

$$(C_2H_4)_2^e.(C_4H_4)_4.(H_4)_2.$$

Siedh. ber. $=165°$ bis $166°$.
- beob. $=165°$ Soubeiran u. Capitaine.

3) *Menthen* $=C_{20}H_{36}$ ist Biëlayl-Tetraformyl-Trihydrogen:

$$(C_2H_4)_2^e.(C_4H_4)_4.(H_4)_3.$$

Siedh. ber. $=162°$ bis $163°$.
- beob. $=163°$ Walter.

4) *Amilen* $=C_{20}H_{40}$ ist Biëlayl-Tetraformyl-Tetrahydrogen.

$$(C_2H_4)_2^e.(C_4H_4)_4.(H_4)_4.$$

Siedh. ber. $=159°$ bis $160°$.
- beob. $=160°$ Cahours.

Diese Reihe ist eine reine Hydrogenreihe, in der ebenfalls kein Glied fehlt, nur ist in dem ersten das Biëlayl in Bimethylen umgesetzt.

Es lassen sich noch mehrere der bereits untersuchten Körper ihrer Zusammensetzung nach angeben. Ich führe nur die vorstehenden an, weil sie sich in natürliche Reihen gruppiren, und nicht mehr vereinzelt stehen.

In Betreff der näheren Entwicklung dieser merkwürdigen Relationen mufs ich auf meine Schrift verweisen.

B. Die Molecularvolume der organischen Flüssigkeiten.

Indem ich die Molecularvolume der im Obigen dargestellten Componenten suchte, zeigte sich, dafs das Me-

thylen und Elayl $=C_2H_4$, das Kohlenoxyd $=C_2O_2$ und das Hydratwasser $=H_4O_2$, bei correspondirenden Abständen von der Siedhitze stets mit merklich *gleichem* Volum in den Flüssigkeiten enthalten sind; dafs das Volum des Formyls $=C_4H_4$ und der Kohlensäure $=C_2O_4$ ebenfalls mit merklich gleichem, und zwar dem dreihalbfachen Volum, als die vorigen Componenten in Verbindungen eingehen. Daraus war aber zu schliefsen, dafs das Volum der Elemente H_4, C_2 und O_2 bei correspondirenden Abständen von der Siedhitze merklich dasselbe seyn müsse. Diese Ansicht bestätigt sich allgemein; das Molecularvolum einer organischen Flüssigkeit ist die Summe der gleichen Volume ihrer Elemente H_4, C_2 und O_2.

Nehmen wir irgend eine Substanz, z. B. den Aconitäther $=C_{16}H_{24}O_8$, so ist das Molecularvolum derselben zusammengesetzt aus 8 Mal dem Volum von C_2, 6 Mal dem Volum von H_4 und 4 Mal dem Volum von O_2; und da die Volume dieser Elemente merklich gleich sind, aus $8+6+4=18$ gleichen Volumen, oder das Molecularvolum des Aconitäthers ist 18; das einzelne Volum, die Molecularvolumeinheit, hat aber einen Werth, welcher abhängig ist von dem Abstand von der Siedhitze, bei welchem die Messung stattgefunden hat. Ein anderes Beispiel! Das Retinyl $=C_{18}H_{24}$ enthält 9 Mal das Volum von C_2, und 6 Mal das Volum von H_4, also $9+6=15$ Volume. Kennt man also nur ein für allemal den Werth Eines Volums für alle verschiedenen Abstände von der Siedhitze, so läfst sich das Molecularvolum, und also auch das specifische Gewicht einer Verbindung angeben, deren Elementarzusammensetzung und Siedhitze bekannt ist.

Ich berechne im Nachfolgenden die Molecularvolume einer grofsen Zahl von Kohlenwasserstoffen und Kohlenwasserstoffoxyden aus demjenigen des Alkohols. Der Alkohol ist $C_4H_{12}O_2$, er enthält also 2 Mal das Volum von C_2, 3 Mal das Volum von H_4, und Ein Mal

das Volum von O_2; er enthält $2+3+1=6$ einfache Volume.

Um die Gröfse Eines Volums für irgend einen Abstand von der Siedhitze zu finden, hat man also nur das für diesen Abstand von der Siedhitze beobachtete Molecularvolum des Alkohols mit 6 zu dividiren. Gay-Lussac hat die Contractionen des Alkohols von der Siedhitze ab bis zu 70° unterhalb derselben gemessen; die Gröfse Eines Volums ist also für alle Abstände von der Siedhitze bis zu 70° unterhalb derselben aus dem Alkohol durch Beobachtung gegeben. Indem ich die Gröfse der Molecularvolumeinheit hiernach berechne, lege ich das Atomgewicht des Wasserstoffs $=H_2$ als Einheit zu Grunde, und nehme als Atomgewicht des Kohlenstoffs $=C$ zu 6, als Atomgewicht des Sauerstoffs $=O$ aber 8.

Auf diese Weise erhält man die Gröfse der Molecularvolumeinheit bei einem Abstand von der Siedhitze

um 0°	=10,379	um 40°	=9,905
- 10	=10,262	- 50	=9,794
- 20	=10,136	- 60	=9,691
- 30	=10,022	- 70	=9,601

Es ist jedoch erforderlich die Gröfse der Einheit des Molecularvolums für viel weitere Abstände von der Siedhitze zu kennen. Um hiebei alles Willkührliche zu vermeiden, setze ich die obigen, aus den unmittelbaren Beobachtungen von Gay-Lussac hervorgehenden Werthe nach dem Princip fort, dafs die zweiten Differenzen in der Aenderung des Volums von 10° zu 10° constant seyen, dafs die Contractionen um einen constanten Werth abnehmen. Obige Volume differiren von 10° bis 20°, wo die Differenz am gröfsten ist, um 0,126, von 60° bis 70° um 0,090; die Aenderung der Differenz von 0° bis 70° unter Siedhitze ist also im Durchschnitt von 10° zu 10° der siebente Theil von $0,126-0,090=0,036$, das ist 0,005.

Ich nehme daher die zweite Differenz constant zu

0,005 an, und beginne mit der letzten beobachteten ersten Differenz 0,090 zwischen 70° und 80°. Auf diese Weise setzt sich obige Reihe fort wie folgt.

Die Gröfse der Einheit des Molecularvolums ist für einen Abstand von der Siedhitze:

um	80°	=9,511	um	170°	=8,926
-	90	=9,426	-	180	=8,886
-	100	=9,346	-	190	=8,851
-	110	=9,271	-	200	=8,821
-	120	=9,201	-	210	=8,796
-	130	=9,136	-	220	=8,776
-	140	=9,076	-	230	=8,761
-	150	=9,021	-	240	=8,751
-	160	=8,971	-	250	=8,746.

Die Molecularvolume der einzelnen Substanzen berechnen sich nun, wie folgendes Beispiel zeigt. Wir haben oben gesehen, dafs der Aconitäther $=C_{16}H_{24}O_8$ seiner Elementarzusammensetzung nach 18 Volumeinheiten enthalten müsse. Er siedet, nach Crasso, bei 236°; sein spec. Gew. hat Crasso beobachtet zu 1,074 bei 14°, also bei 236° — 14° = 222° unter Siedhitze. Bei 220° unter Siedhitze ist die Molecularvolumeinheit nach obiger Tafel 8,776. Das Molecularvolum des Aconitäthers bei 220° unter Siedhitze ist daher 18×8,776=158,0; aus Crasso's Messung des spec. Gew. bei 222° unter Siedhitze berechnet es sich zu 160,1, also vollkommen übereinstimmend. Dividirt man das Atomgewicht = 172 des Aconitäthers mit dem berechneten Molecularvolum = 158,0, so erhält man das berechnete spec. Gew. =1,089 bei 12°. Crasso hat beobachtet 1,074 bei 14°. Auf diese Weise sind alle folgenden Rechnungen gemacht.

Ich glaube nicht, dafs die Volume der Elemente H_4, O_2 und C_2 bei correspondirenden Temperaturen *absolut* gleich seyen; sie sind aber *sehr nahe* gleich, und die Annahme, dafs sie gleich seyen, führt practisch zu vollkommen genügenden Resultaten. Die in obiger Ta-

el aus Gay-Lussac's Beobachtungen am Alkohol, wie ingegeben, abgeleiteten Molecularvolumeinheiten zeigen sich, namentlich zur Berechnung des Volums der Kohlenwasserstoffe, durchschnittlich ein wenig zu klein; es liefse sich eine noch gröfsere Uebereinstimmung mit der Beobachtung erzielen, wenn sie etwas gröfser genommen würden; aber sie genügen, um das Gesetz mit Evidenz nachzuweisen, und ich habe absichtlich nichts geändert an ihrem Werthe, so wie ich ihn dem ersten Versuche einer Prüfung des Gesetzes auf seine Genauigkeit zu Grund gelegt habe.

1) *Holzgeist* $= C_2 H_8 O_2$; Volumzahl $= 4$; Aequivalent $= 32$; Siedhitze $= 60^0$ Dumas.

Dichtigkeit ber. $= 0{,}808$ bei 20^0.
- beob. $= 0{,}798$ bei 20^0 Dumas.
Volum ber. $= 39{,}6$ bei 40^0 unt. Siedhitze.
- beob. $= 40{,}1$ - - - -

2) *Ameisensäurehydrat* $= C_2 H_4 O_4$; Volumzahl $= 4$; Aeq. $= 46$; Siedh. $= 100^0$ Bineau.

Dichtigkeit ber. $= 1{,}220$ bei 10^0.
- beob. $= 1{,}2353$ bei 12^0 Bineau.
Volum ber. $= 37{,}7$ bei 90^0 unt. Siedh.
- beob. $= 37{,}2$ bei 88^0 - -

3) *Alkohol* $= C_4 H_{12} O_2$; Volumzahl $= 6$; Aeq. $= 46$; Siedh. $= 78^0{,}4$ Gay-Lussac.

Dichtigkeit ber. $= 0{,}79235$ bei 18^0
- beob. $= 0{,}79235$ - 18^0 Gay-Lussac.
Volum ber. $= 58{,}1$ bei 60^0 unt. Siedh.
- beob. $= 58{,}1$ - - - -

4) *Essigsäurehydrat* $= C_4 H_8 O_4$; Volumz. $= 6$; Aeq. $= 60$; Siedh. $= 120^0$ Dumas.

Dichtigk. ber. $= 1{,}0695$ bei 20^0.
- beob. $= 1{,}063$ - 17^0 Dumas.
Volum ber. $= 56{,}1$ bei 100^0 unt. Siedh.
- beob. $= 56{,}4$ - 103 - -

5) *Buttersäurehydrat* $= C_8 H_{16} O_4$; Volumz. $= 10$;

Aequivalent $=88$; Siedhitze $=164°$ Pelouze und Gélis.

Dichtigk. ber. $=0,976$ bei $4°$.
- beob. $=0,963$ bei $15°$ Pelouze und Gélis.

Volum ber. $=90,2$ bei $150°$ unt. Siedh.
- beob. $=91,4$ bei $149°$ - -

6) *Ameisenäther* $=C_6H_{12}O_4$; Volumz. $=8$; Aequiv. $=74$; Siedh. $=53°$ Liebig.

Dichtigk. ber. $=0,923$ bei $23°$.
- beob. $=0,912$ - ? Liebig.

Volum ber. $=80,2$ bei $30°$ unt. Siedh.
- beob. $=81,1$ - ? - -

7) *Essigsaures Methyloxyd* $=C_6H_{12}O_4$; Volumz. $=8$; Aeq. $=74$; Siedh. $=58°$ Dumas.

Dichtigk. ber. $=0,934$ bei $22°$.
- beob. $=0,919$ - $22°$ Dumas.

Volum ber. $=79,2$ bei $40°$ unt. Siedh.
- beob. $=80,5$ - - - -

8) *Caoutchen* $=C_8H_{16}$; Volumz. $=8$; Aeq. $=56$; Siedh. $=14°,5$ Bouchardat.

Dichtigk. ber. $=0,69$ bei $-5°$.
- beob. $=0,65$ - $-2°$ Bouchardat.

Volum ber. $=81,1$ - $20°$ unt. Siedh.
- beob. $=86,2$ - $17°$ - -

9) *Benzin* $=C_{12}H_{12}$; Volumz. $=9$; Aeq. $=78$; Siedh. $=86°$ Mitscherlich.

Dichtigk. ber. $=0,90$ bei $16°$.
- beob. $=0,85$ - bei $15°$ Mitscherlich.

Volum ber. $=86,4$ - $70°$ unt. Siedh.
- beob. $=91,8$ - $71°$ - -

10) *Methylal* $=C_6H_{16}O_4$; Volumz. $=9$; Aeq. $=76$; Siedh. $=42°$ Malaguti.

Dichtigk. ber. $=0,843$ bei $12°$.
- beob. $=0,8551$ - ? Malaguti.

Volum. ber. $=90,2$ - $30°$ unt. Siedh.
- beob. $=88,9$ - ? - -

11) *Aether* $C_8H_{20}O_2$; Volumz. =10; Aeq. =74; Siedh. =35°,7 Gay-Lussac.

Dichtigk. ber. =0,721 bei 26°.
- beob. =0,7119 - 25° Gay-Lussac.
Volum ber. =102,6 - 10° unt. Siedh.
- beob. =103,9 - 11° - -

12) *Essigäther* $=C_8H_{16}O_4$; Volumz. =10; Aeq. =88; Siedh. =74° Dumas.

Dichtigk. ber. =0,917 bei 4°.
- beob. =0,866 - 7° Dumas.
Volum ber. =96,0 - 70° unt. Siedh.
- beob. =101,6 - 67° - -

13) *Retinnaphtha* $=C_{14}H_{16}$; Volumz. =11; Aeq. =92; Siedh. =108° Déville.

Dichtigk. ber. =0,887 bei 18°.
- beob. =0,87 - 18° Déville.
Volum ber. =103,7 - 90° unt. Siedh.
- beob. =105,7 - - - -

14) *Naphtha* $=C_{12}H_{20}$; Volumz. =11; Aeq. =82; Siedh. =86° Saussure.

Dichtigk. ber. =0,776 bei 16°.
- beob. =0,758 - 19° Saussure.
Volum ber. =105,6 - 70° unt. Siedh.
- beob. =108,2 - 67° -

15) *Eupion* $=C_{10}H_{24}$; Volumz. =11; Aeq. =72; Siedh. =47° Hefs.

Dichtigk. ber. =0,653 bei 17°.
- beob. =0,655 - 20° Hefs.
Volum ber. =110,2 - 30° unt. Siedh.
- beob. =109,9 - 27° - -

16) *Kartoffelfuselöl* $=C_{10}H_{24}O_2$; Volumz. =12; Aeq. =88; Siedh. =132° Cahours.

Dichtigk. ber. =0,797 bei 12°.
- beob. =0,8184 - 15° Cahours.
Volum ber. =110,4 - 120° unt. Siedh.
- beob. =107,5 - 117° - -

17) *Valeriansäurehydrat* $=C_{10}H_{20}O_4$; Volumzahl

=12; Aequivalent =102; Siedhitze =175° Dumas und Stafs.
Dichtigk. ber. =0,947 bei 15°.
- beob. =0,937 - 10° Dumas u. Stafs.
Volum ber. =107,7 - 160° unt. Siedh.
- beob. =108,9, - 165° - -

18) *Salicylige Säure* $=C_{14}H_{12}O_4$; Volumz. =12; Aeq. =122; Siedh. =196° Piria.
Dichtigk. ber. =1,144 bei 16°.
- beob. =1,1731 - 14° Piria.
Volum ber. =106,6 - 180° unt. Siedh.
- beob. =104,0 - 182° - -

19) *Kohlensäureäther* $=C_{10}H_{20}O_6$; Volumz. =13; Aeq. =118; Siedh. =125° Ettling.
Dichtigk. ber. =0,979 bei 15°.
- beob. =0,975 - 19° Ettling.
Volum ber. =120,5 - 110° unt. Siedh.
- beob. =121,0 - 106° - -

20) *Benzoësaures Methyloxyd* $=C_{16}H_{16}O_4$; Volumz. =14; Aeq. =136; Siedh. =198°,5 Dumas
Dichtigk. ber. =1,093 bei 19°.
- beob. =1,1 - 17° Dumas.
Volum ber. =124,4 - 180° unt. Siedh.
- beob. =123,6 - 182° - -

21) *Salicylsaures Methyloxyd* $=C_{16}H_{16}O_6$; Volumz. =15; Aeq. =152; Siedh. =222° Cahours.
Dichtigk. ber. =1,152 bei 12°.
- beob. =1,18 - 10° Cahours.
Volum ber. =131,9 - 210° unt. Siedh.
- beob. =128,8 - 212° - -

22) *Oxaläther* $=C_{12}H_{20}O_8$; Volumz. =15; Aeq. =146; Siedh. =183° Dumas und Boullay.
Dichtigk. ber. =1,095 bei 4°.
- beob. =1,093 - 7°,5 Dumas u. Boullay.
Volum ber. =133,3 bei 180° unt. Siedh.
- beob. =133,6 - 176° - -

23) *Retinyl* $=C_{18}H_{24}$; Volumz. $=15$; Aeq. $=120$; Siedh. $=150^{0}$ Pelletier und Walter.

Dichtigk. ber. $=0,882$ bei 10^{0}.
- beob. $=0,87$ - 13^{0} Pelletier und Walter.

Volum ber. $=136,1$ bei 140^{0} unt. Siedh.
- beob. $=137,9$ - 137^{0} - -

24) *Benzoëäther* $=C_{18}H_{20}O_{4}$; Volumz. $=16$; Aeq. $=150$; Siedh. 209^{0} Dumas.

Dichtigk. ber. $=1,063$ bei 9^{0}.
- beob. $=1,0539$ bei 10^{0} Dumas.

Volum ber. $=141,1$ bei 200^{0} unt. Siedh.
- beob. $=142,3$ - 199^{0} - -

25) *Valerianäther* $=C_{14}H_{28}O_{4}$; Volumz. $=16$; Aeq. $=130$; Siedh. $=134^{0}$ Otto.

Dichtigk. ber. $=0,883$ bei 14^{0}.
- beob. $=0,894$ - 13^{0} Otto.

Volum ber. $=147,2$ - 120^{0} unt. Siedh.
- beob. $=145,4$ - 121^{0} - -

26) *Camphogen* $=C_{20}H_{28}$; Volumz. $=17$; Aeq. $=134$; Siedh. $=175^{0}$ Delalande.

Dichtigk. ber. $=0,879$ bei 15^{0}.
- beob. $=0,860$ - 13^{0} Delalande.

Volum ber. $=152,5$ - 160^{0} unt. Siedh.
- beob. $=155,8$ - 162^{0} - -

27) *Anisstearopten* $=C_{20}H_{24}O_{2}$; Volumz. $=17$; Aeq. $=148$; Siedh. $=220^{0}$ Dumas.

Dichtigk. ber. $=0,987$ bei 20^{0}.
- beob. $=0,9849$ - 25^{0} Dumas.

Volum ber. $=150,0$ - 200^{0} unt. Siedh.
- beob $=150,3$ - 195^{0} - -

28) *Terebilen*, *Peucyl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. $=136$; Siedh. $=135^{0}$ Déville.

Dichtigk. ber. $=0,823$ bei 4^{0}.
- beob. $=0,863$ - 8^{0} Déville.

Volum ber. $=164,4$ bei 130° unt. Siedh.
- beob. $=156,4$ - 127° - -

29) *Terpenthinöl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. $=136$; Siedh. $=156°$ Dumas.
Dichtigk. ber. $=0,821$ bei 26°.
- beob. $=0,8392$ - 25° Blanchet und Sell.
Volum ber. $=164,4$ bei 130° unt. Siedh.
- beob. $=162,1$ - 130° - -

30) *Citronenöl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aequiv. $=136$; Siedh. $=167°$ Saussure.
Dichtigk. ber. $=0,833$ bei 25°.
- beob. $=0,847$ - 22° Saussure.
Volum ber. $=163,3$ - 140° unt. Siedh.
- beob. $=160,6$ - 143° - -

31) *Elemiöl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. 136; Siedh. $=174°$ Déville.
Dichtigk ber. $=0,842$ bei 14°.
- beob. $=0,849$ - 12° Déville.
Volum ber. $=161,5$ - 160° unt. Siedh.
- beob. $=160,2$ - 162° - -

32) *Caoutchin* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. $=136$; Siedh. $=172°$ Himly.
Dichtigk. ber. $=0,842$ bei 12°.
- beob. $=0,842$ - 15° Himly.
Volum ber. $=161,5$ - 160° unt. Siedh.
- beob. $=161,5$ - 157° - -

33) *Pomeranzenöl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. $=136$; Siedh. $=180°$ Soubeiran u. Capitaine.
Dichtigk. ber. $=0,842$ bei 20°.
- beob. $=0,835$ - ? Soub. u. Cap.
Volum ber. $=161,5$ - 160° unt. Siedh.
- beob. $=162,9$ - ? - -

34) *Bergamottöl* $=C_{20}H_{32}$; Volumz. $=18$; Aeq. $=136$; Siedh. $=195°$ Soubeiran und Capit.
Dichtigk. ber. $=0,851$ bei 15°.
- beob. $=0,850$ - ? Soub. u. Cap.

Volum ber. $=159,9$ - 180° unt. Siedh.
- beob. $=160,0$ - ? - -

35) *Aconitäther* $=C_{16}H_{24}O_8$; Volumz. $=18$; Aeq. $=172$; Siedh. $=236°$ Crasso.
Dichtigk. ber. $=1,089$ bei 16°.
- beob. $=1,074$ - 14° Crasso.
Volum ber. $=158,0$ bei 220° unt. Siedh.
- beob. $=160,1$ - 222° - -

36) *Bernsteinäther* $=C_{16}H_{28}O_8$; Volumz. $=19$; Aeq. $=174$; Siedh. $=214°$ d'Arcet.
Dichtigk. ber. $=1,038$ bei 14°.
- beob. $=1,036$ - 15° d'Arcet.
Volum ber. $=167,6$ - 200° unt. Siedh.
- beob. $=168,0$ - 199° - -

37) *Oel aus Mentha pulegium* $=C_{20}H_{32}O_2$; Volumz. $=19$; Aeq. $=152$; Siedh. $=182°-188°$ Kane.
Dichtigk. ber. $=0,900$ bei 12° bis 18°.
- beob. $=0,8955$ - ?
Volum ber. $=168,8$ - 180° unt. Siedh.
- beob. $=169,7$ - ? - -

38) *Brenzcitronsäureäther* $=C_{18}H_{28}O_8$; Volumz. $=20$; Aeq. $=186$; Siedh. $=225°$ Malaguti.
Dichtigk. ber. $=1,057$ bei 15°.
- beob. $=1,040$ - 18°,5 Malaguti.
Volum ber. $=175,9$ - 210° unt. Siedh.
- beob. $=178,8$ - 206° - -

39) *Brenzweinsäureäther* $=C_{18}H_{32}O_8$; Volumzahl $=21$; Aeq. $=188$; Siedh. $=218°$ Malaguti.
Dichtigk. ber. $=1,015$ bei 18°.
- beob. $=1,016$ - 18°,5 Malaguti.
Volum ber. $=185,2$ - 200° unt. Siedh.
- beob. $=185,0$ - 200° - -

40) *Bergamottöl* $=C_{30}H_{52}O_2$; Volumz. $=29$; Aeq. $=222$; Siedh. $=183°$ Ohme.
Dichtigk. ber. $=0,857$ bei 13°.
- beob. $=0,856$ - ? Ohme.

Volum ber. =258,9 bei 170° unt. Siedh.
- - beob. =259,3 - ? - -

41) *Oenanthäther* $=C_{26}H_{72}O_6$; Volumz. =39; Aeq. =300; Siedh. =225° bis 230° Liebig u. Pelouze.

Dichtigk. ber. =0,874 bei 15° bis 20°.
- beob. =0,862 - ? Lieb. u. Pelouze.

Volum ber. =343,0 - 210° unt. Siedh.
- beob. =348,0 - ? - -

Diese Beispiele sind wohl genügend, um das Gesetz evident zu machen; sie enthalten die grofse Mehrzahl der Fälle, an welchen es überhaupt geprüft werden kann. Es giebt einige wenige Substanzen, bei welchen es nicht bestätigt wird, z. B. Menthen, Retinöl etc. Ich darf nach dem Vorhergehenden indefs wohl voraussetzen, dafs hier die Beobachtungen einer Revision bedürfen. Die Entwicklung der nämlichen Gesetze für die Chlor-, Schwefel-, Stickstoffverbindungen etc. habe ich mir für den zweiten Theil meiner Schrift vorbehalten. — Ich glaube hiemit die Theorie der Molecularvolume, die ich in den Jahren 1840, 1841 und 1843 aufgestellt habe, für organische Flüssigkeiten bewiesen zu haben. Diese Theorie ist enthalten in den Sätzen: die Molecularvolume der zusammengesetzten Körper sind die Summe der Volume, welche ihren Bestandtheilen oder Elementen zukommen. Ich nannte diefs das Grundgesetz (Poggend. Annal. Bd. L S. 554). Die Gleichheit oder ein einfaches Verhältnifs der Molecularvolume findet statt bei Flüssigkeiten in solchen ungleichen Temperaturen, bei welchen ihre Dämpfe gleiche Elasticität haben (Poggend. Annal. Bd. LII S. 288).

Ich mufs noch bemerken, dafs wir die Idee, dafs die Siedhitze analoger Verbindungen um gleich viel Grade differiren, Kopp verdanken (Lieb. Ann. der Chemie, Bd. XXXXI). Eben so verdanken wir Kopp den ersten Nachweis, dafs die Differenz der Molecularvolume analoger Verbindungen im flüssigen Zustande bei correspondirenden Temperaturen constant ist (Lieb. Ann. Bd. XXXXI).

VI. *Ueber die Schwächung des Hauptstroms bei getheiltem Schliefsungsdrahte der Batterie; von K. W. Knochenhauer.*

Die Formeln, welche ich in meinem letzten Aufsatze über die Stärke der Elektricität in den beiden Zweigen eines getheilten Schliefsungsdrahtes der Batterie mitgetheilt und durch Versuche bestätigt habe, führten zu gleicher Zeit auf die Formel für die Erwärmung in der vereinigten Schliefsung. Bleiben nämlich die bisherigen Bezeichnungen, wonach λ' und λ'' die durch ein gemeinsames Maafs compensirten Längen der in den Zweigen Z' und Z'' enthaltenen Drähte bezeichnen, w' und w'' ihre Widerstände, W den Widerstand in der vereinigten Leitung, C die Stärke der Elektricität bei einem Widerstande $=1$, und θ', θ'', Θ die Erwärmungen in den Zweigen Z' und Z'' so wie in dem Hauptdrahte, so war:

$$\theta' = \frac{C\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{W + w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2 + w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2} \qquad (1)$$

$$\theta'' = \frac{C\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{W + w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2 + w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2} \qquad (2)$$

und:

$$\Theta = \frac{C}{W + w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2 + w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2} \qquad (3)$$

Zur Bestätigung der dritten Formel hatte ich die Versuche übergangen; ich füge sie daher in dem Folgenden hinzu, was vielleicht um desto nöthiger erscheint, als sie zum Erweise einer durch Schlüsse abgeleiteten und nicht

nach vorliegenden Beobachtungen erst aufgesuchten Formel dienen. — Um über die compensirten Längen der in den Zweigen befindlichen Drähte eine genügende Auskunft zu erhalten, richtete ich den Schliefsungsdraht folgendermafsen ein. Von dem Messingdrahte des Ausladers führte ein 2′ langer Kupferdraht (von der gewöhnlichen Sorte) nach einem isolirten Gefäfse mit Quecksilber; von hier aus ging dann einmal ein in den verschiedenen Versuchsreihen verschieden langer Kupferdraht nach der einen Klemme des einen Thermometers, und zugleich ging ein Neusilberdraht von $1\frac{1}{2}$ Fufs Länge nach dem zweiten Thermometer, bildete eine Leitung durch dasselbe hindurch, und führte wieder auf $\frac{1}{2}$ Fufs Neusilberdraht ebenfalls zu der genannten Klemme des vorigen Thermometers. Diefs sind jetzt die beiden getrennten Zweige, von denen also der eine ganz aus Kupferdraht, der andere mindestens aus einem Thermometer und 2′ Neusilberdraht besteht; dieser letztere Zweig sey Z'' und die in ihm constant enthaltene Drahtlänge heifse D, der andere sey Z'. Der vereinigte Strom ging hierauf von der Klemme durch das Thermometer, und gelangte auf $2\frac{1}{2}$ Fufs Kupferdraht zu dem stärkeren Kupferdrahte, welcher sich, wie bisher, zur Aufsenseite der Batterie fortsetzte. Die Einheit des Widerstandes soll bei den folgenden Untersuchungen durch den Auslader mit seinem Messingdrahte, durch das Thermometer, durch $4\frac{1}{2}' = 54''$ gewöhnlichen Kupferdraht und durch den stärkeren Kupferdraht gebildet werden, welche Einheit fast genau, nämlich bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll Kupferdraht, mit der früheren (im letzten Aufsatze) übereinstimmt. Diese Verhältnisse richtete ich mit Absicht so ein, damit auch durch directe Versuche meine Annahme von einem zufälligen Hindernisse in der früheren Leitung bestätigt würde. Zur Verbindung des Hauptdrahtes mufste ich indefs 2′ Kupferdraht hinzufügen, weshalb diese, um die aufgestellte Einheit zu bewahren, bei den Widerständen berücksich-

tigt werden müssen. — Zuerst wurde der Widerstand von dem Neusilberdraht No. V ermittelt; es fand sich:

Erste Beobachtung.			Zweite Beobachtung.		
Einschaltung.	θ beob.	θ ber.	Einschaltung.	θ beob.	θ ber.
2′ Kupf.	18,97	18,97	2′ Kupf.	21,71	21,71
2′ K. + 4′ Neus.	6,91	6,86	2′ K. + 4′ Neus.	7,97	7,92
2′ K. + 8′ Neus.	4,15	4,18	2′ K. + 8′ Neus.	4,82	4,85

Widerst. von 4′ N. = 1,767 4′ N. = 1,740.

Mittel 4′ Neus. V = 1,753,

wenn die 2′ Kupfer zur Einheit des Widerstandes gezogen werden. Die Beobachtungen in der vorigen Abhandlung gaben aber 4′ Neus. = 1,55 und 4′ Kupfer = 0,075, also jetzt 4′ Kupf. (Einheit wie vorher) = 0,0848; reducirt man hiermit die Einheit des Widerstandes auf die oben angegebene, wonach die 2′ Kupf. fortfallen, so ist:

4′ Neus. V = 1,83 und 8′ Kupf. = 0,177.

Dieser Widerstand zeigt, dafs das angenommene Hindernifs, und zwar in der vorausgesetzten Gröfse, wirklich vorhanden war, wie diefs auch noch eine spätere Beobachtung darthun wird. Ferner fand ich in Betreff des Widerstandes von D in Z'':

Einsch.	θ beob.
2′ K.	21,86
D	8,62

Widerstand von D (Einheit = 1 + 2′ K.) = 1,536 oder mit Eliminirung von 2′ K. Widerstand von D = 1,60. Die durch Kupferdraht compensirten Längen von D und Neus. V erhielt ich hienach auf folgende Weise. Es wurde zunächst Z'' unverändert bei D belassen und Z' von 8 zu 8′ Kupfer verlängert; dann wurde zweitens Z'' um 4′ Neus. vergröfsert und Z' wieder nach und nach

verändert; zugleich wurde θ'' und Θ beobachtet. Nun verhält sich nach den Formeln (2) und (3):

$$\Theta : \theta'' = (\lambda' + \lambda'')^2 : \lambda'^2$$

oder:

$$\sqrt{\Theta} : \sqrt{\theta''} = \lambda' + \lambda'' : \lambda',$$

demnach ist:

$$\lambda'' = \left\{ \sqrt{\frac{\Theta}{\theta''}} - 1 \right\} \lambda',$$

und man erhält die Länge λ'' des Zweiges Z'', wie sie durch Kupferdraht compensirt wird. Nachdem diese Länge bekannt war, wurden die Beobachtungsreihen mit $W=1$ berechnet; auch wurde in einer besonderen Columne Θ berechnet, wie es bei geöffnetem Zweige Z'' gewesen seyn würde, was bei dem bekannten Widerstande des jedesmaligen Kupferdrahts in Z' ohne weitere Umstände möglich ist. Auf diese Weise kann man auch hier den Verlust an Erwärmung leicht übersehen, der im Hauptdrahte durch Z'' eintritt. Wegen der Constante C habe ich nur noch zu bemerken, dafs es mir gerathener erschien, sie allein aus der ersten Beobachtung, wo Z'' geöffnet war, herzuleiten, als das Mittel aus allen Angaben zu nehmen; denn hätte gleich das letztere Verfahren eine bessere Ausgleichung in den einzelnen Resultaten herbeigeführt, so war doch jenes Verfahren evidenter, und wenn anders eine etwas fehlerhafte Bestimmung dadurch mit unterlief, so mufs sie sich durch Hebung oder Senkung sämmtlicher anderer Angaben hervorstellen. Da ferner der Gang der beiden Thermometer nicht, wie früher, durch die Versuche selbst ausgeglichen werden konnte, so prüfte ich sie nach jeder Reihe, fand sie aber in der Regel so weit übereinstimmend, dafs nur eine leichte Correction erforderlich war, die ich stets bei den Angaben θ'' anbrachte. Die beiden ersten Versuche gaben:

Erste Beobachtungsreihe.

Z''.	Z'.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber.	Θ ohne Z'' ber.
offen	8' K.	—	27,43	—	27,43	27,43
D	8' K.	6,18	21,47	6,21	21,53	27,43
D	16' K.	8,94	18,21	8,69	17,80	23,80
D	24' K.	10,01	16,67	9,78	16,21	21,02

$C = 32{,}28$.

Die Bedingungsgleichungen für λ'' sind:

$$\lambda'' = 6{,}92$$
$$\lambda'' = 6{,}83$$
$$\lambda'' = 6{,}96$$

Mittel $D = 6{,}9$ K.

Zweite Beobachtungsreihe.

Z''.	Z'.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber.	Θ ohne Z'' ber.
offen	8' K.	—	23,50	—	23,50	23,50
$D+4'$ Neus.	8' K.	2,42	18,25	2,39	18,09	23,50
$D+4'$ Neus.	16' K.	3,48	13,37	3,69	13,85	20,42
$D+4'$ Neus.	24' K.	4,22	11,90	4,30	11,96	18,06
$D+4'$ Neus.	32' K.	4,55	10,62	4,67	10,74	16,19

$C = 27{,}65$.

Die Bedingungsgleichungen für λ'' sind:

$$\lambda'' = 13{,}97$$
$$\lambda'' = 15{,}36$$
$$\lambda'' = 16{,}30$$
$$\lambda'' = 16{,}89$$

Mögen bei den geringen Werthen von θ'' hier Differenzen leicht hervortreten können, so sind doch die Zahlen λ'' mit wachsenden λ' so durchweg steigend, und die früheren Versuche geben ebenfalls bei wachsendem Widerstande in der Leitung so beharrlich gröſsere Werthe für die compensirten Längen eines Drahtes von bedeutenderem Widerstande, daſs ich hier und in dem Fol-

genden nicht umhin kann $D+4'$ K. bei $8'$ K. $=14$, bei $16'$ K. $=15$, bei $24'$ K. $=16$ und bei $32'$ K. $=16{,}5$ Fuſs K. zu setzen. Mit diesen Zahlen sind die vorstehenden Angaben berechnet. Die Uebereinstimmung ist der Natur der Sache nach vollkommen befriedigend.

Es mögen hiernach zwei andere Beobachtungsreihen folgen, in denen Z' einmal constant aus $32'$ Kupf. und zweitens aus $24'$ Kupf. bestand; der andere Zweig Z'' wurde durch Neusilber No. V verlängert; im ersteren Falle wurde die Berechnung mit $D=7'$ K., $D+4'$ Neus. $=16'{,}5$ K., $D+8'$ Neus. $=26'$ K. und $D+12'$ Neus. $=36'$ K. geführt, denn diese Zahlen schienen mir, mit Rücksicht auf meine früher mitgetheilten Beobachtungen, die wahrscheinlichsten zu seyn; im zweiten Falle setzte ich $D=7'$ K., $D+4'$ Neus. $=16'$ K., $D+8'$ Neus. $=25'$ K. Alles Uebrige ist in den folgenden Reihen von selbst verständlich.

Dritte Beobachtungsreihe.

Z''.	Z'.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber.
offen	$32'$ K.	—	21,50	—	21,50
D	$32'$ K.	11,03	17,58	11,77	17,49
$D+4'$ Neus.	$32'$ K.	6,00	13,66	6,21	14,26
$D+8'$ Neus.	$32'$ K.	4,10	13,00	4,07	13,38
$D+12'$ Neus.	$32'$ K.	2,86	12,56	2,93	13,25

$C=36{,}72$.

Vierte Beobachtungsreihe.

Z''.	Z'.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber.
offen	$24'$ K.	—	18,08	—	18,08
D	$24'$ K.	7,83	14,25	8,34	13,92
$D+4'$ Neus.	$24'$ K.	4,07	12,03	4,28	11,91
$D+8'$ Neus.	$21'$ K.	2,60	11,75	2,77	11,51

$C=27{,}65$.

Berücksichtigt man bei diesen Versuchen, daſs die compensirten Längen nicht ganz scharf ermittelt werden

können, und dafs auch in den Widerständen der Drähte noch kleine Fehler vorhanden seyn werden, die namentlich bei Neusilber ein bedeutendes Gewicht in der Rechnung haben, so wird man eine bessere Uebereinstimmung der Rechnung mit den Beobachtungen kaum verlangen, und ich habe es demnach für ganz überflüssig erachtet, auch noch andere Drähte in Z'' einzuschalten, die, mit Ausnahme von Platin, kein so bedeutendes Sinken in Θ hervorbringen würden. Aus den beiden letzten Versuchsreihen ersieht man noch, dafs bei den gröfsten Einschaltungen in Z'' die Abnahme in Θ so ziemlich ihr Maximum erreicht haben wird, und dafs man späterhin wieder eine Zunahme zu erwarten hätte, wie diefs schon Riefs durch die Einwirkung des Nebenstroms nachgewiesen hat, der hier ganz ähnliche Resultate hervorbringt. Die obigen Formeln würden diefs Maximum des Sinkens genau angeben lassen, wenn die durch Kupfer compensirten Längen des Neusilbers ganz der wahren Länge proportional anwüchsen; allein wie die Verhältnisse in der Wirklichkeit bestehen, ist bis jetzt doch nur unter dieser nicht ganz genauen Annahme eine annähernd richtige Bestimmung möglich. Es sey also die constante Länge in Z'' durch Kupfer compensirt $=\lambda_0''$ und ihr Widerstand $=w_0''$, die zugefügte Länge Neusilber, gleichfalls durch Kupfer compensirt, sey $=\lambda_{\prime\prime}$, und der laufende Fufs in Kupfer biete einen Widerstand $=w_{\prime\prime}$ dar, ferner seyen λ' und w' constant, so geht die Formel (3) über in:

$$\Theta=\frac{C}{W+w'\left(\frac{\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}{\lambda'+\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}\right)^2+(w_0''+w_{\prime\prime}\lambda_{\prime\prime})\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}\right)^2}$$

und giebt ein Minimum der Erwärmung, wenn

$$w'\left(\frac{\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}{\lambda'+\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}\right)^2+(w_0''+w_{\prime\prime}\lambda_{\prime\prime})\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda_0''+\lambda_{\prime\prime}}\right)^2$$

ein Maximum ist. Das Differential nach $\lambda_{\prime\prime}=0$ gesetzt. liefert:

$$0=\varpi'(\lambda_0''+\lambda_u)+\varpi_u\lambda'(\lambda'+\lambda_0''+\lambda_u)-2(\varpi_0''+\varpi_u\lambda_u)\lambda'$$

oder:

$$\lambda''=\frac{2\varpi'\lambda_0''+\varpi_u\lambda'(\lambda'+\lambda_0'')-2\varpi_0''\lambda'}{\varpi_u\lambda'-2\varpi'}.$$

Nimmt man $\lambda_0''=D=7$, $\varpi_0''=1{,}60$, 4' Neus. $=9'$ K., also:

$$\varpi_u=\frac{1{,}83}{9}=0{,}203,$$

so ist:

1) bei $\lambda'=32'$ und $\varpi'=0{,}708$

$$\lambda''=\frac{12{,}744+266{,}336-102{,}4}{6{,}496-1{,}416}=34',8 \text{ K.}=15',5 \text{ Neus.}$$

2) bei $\lambda'=24'$ und $\varpi'=0{,}531$

$$\lambda''=\frac{7{,}434+151{,}032-76{,}8}{4{,}872-1{,}062}=21',7 \text{ K.}=9',6 \text{ Neus.}$$

Also auch hier die erforderliche Uebereinstimmung der Rechnung mit der Beobachtung.

In den bisherigen Versuchen war $W=1$; damit auch noch diese Gröfse verändert würde, schaltete ich die Neusilberspirale VI in die Hauptleitung ein. Ihr Widerstand fand sich aus:

Einschaltung.	θ beob.
2' K.	21,30
2' K. + VI	10,62

also Widerstand von Spir. VI $=1{,}05$ nach der angenommenen Einheit. Dieser Widerstand steht abermals etwa um $\frac{1}{5}$ höher als in den früheren Versuchen. Bei der folgenden Reihe haben wir demnach $W=2{,}05$, und D wurde $=7'$ K., $D+4'$ Neus. V $=16$ K., $D+8'$ Neus. $=25'$ K. angenommen.

Fünfte Beobachtungsreihe.

Z''.	Z'.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber
offen	24′ K.	—	18,34	—	18,34
D	24′ K.	8,75	15,50	9,35	15,58
$D+4'$ Neus.	24′ K.	4,87	13,91	5,06	14,07
$D+8'$ Neus.	24′ K.	3,20	13,50	3,29	13,71

$C=47,33$.

Schon dieser eine Versuch kann genügen.

Zum Abschlufs des ganzen Gebietes von den Strömungen im Schliefsungsdrahte der Batterie blieb mir nur das Eine noch zu wissen interessant, ob auch bei mehrfach getheilter Schliefsung entsprechend gebildete Formeln ihre Anwendung finden. Setzt man z. B. eine dreifach gespaltene Leitung voraus, in der die Zweige Z', Z'', Z''' aus den durch einen gemeinsamen Draht compensirten Längen λ', λ'', λ''' mit den Widerständen w', w'', w''' bestehen, und bleibt der Widerstand in dem vereinigten Hauptdrahte $=W$, so müssen nach dem Grundsatze von einer den Drahtlängen umgekehrt proportionalen Vertheilung der Elektricität folgende Formeln stattfinden:

$$\theta''' = \frac{C\left(\dfrac{\dfrac{1}{\lambda'''}}{\dfrac{1}{\lambda'}+\dfrac{1}{\lambda''}+\dfrac{1}{\lambda'''}}\right)^2}{W+\varpi'\left(\dfrac{\dfrac{1}{\lambda'}}{\dfrac{1}{\lambda'}+\dfrac{1}{\lambda''}+\dfrac{1}{\lambda'''}}\right)^2+\varpi''\left(\dfrac{\dfrac{1}{\lambda''}}{\dfrac{1}{\lambda'}+\dfrac{1}{\lambda''}+\dfrac{1}{\lambda'''}}\right)^2+\varpi'''\left(\dfrac{\dfrac{1}{\lambda'''}}{\dfrac{1}{\lambda'}+\dfrac{1}{\lambda''}+\dfrac{1}{\lambda'''}}\right)^2}$$

oder:

$$\theta''' = \frac{C\left(\dfrac{\lambda'\lambda''}{\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda'''}\right)^2}{W+\varpi'\left(\dfrac{\lambda''\lambda'''}{\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda'''}\right)^2+\varpi''\left(\dfrac{\lambda'\lambda'''}{\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda'''}\right)^2+\varpi'''\left(\dfrac{\lambda'\lambda''}{\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda'''}\right)^2}$$

oder endlich:

$$\theta''' = \frac{C(\lambda'\lambda'')^2}{W(\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda''')^2+\varpi'(\lambda''\lambda''')^2+\varpi''(\lambda'\lambda''')^2+\varpi'''(\lambda'\lambda'')^2} \quad \ldots\ldots (3)$$

eben so:

$$\theta'' = \frac{C(\lambda'\lambda''')^2}{W(\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda''')^2+\varpi'(\lambda''\lambda''')^2+\varpi''(\lambda'\lambda''')^2+\varpi'''(\lambda'\lambda'')^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\theta' = \frac{C(\lambda''\lambda''')^2}{W(\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda''')^2+\varpi'(\lambda''\lambda''')^2+\varpi''(\lambda'\lambda''')^2+\varpi'''(\lambda'\lambda'')^2} \quad \ldots\ldots (1)$$

und:

$$\Theta = \frac{C(\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda''')^2}{W(\lambda'\lambda''+\lambda'\lambda'''+\lambda''\lambda''')^2+\varpi'(\lambda''\lambda''')^2+\varpi''(\lambda'\lambda''')^2+\varpi'''(\lambda'\lambda'')^2} \quad \ldots\ldots (4)$$

Wird ein Zweig geöffnet, so ist, wie früher, seine Länge als unendlich in die Formeln zu nehmen. Zu einem Versuche mochte ich der Sicherheit wegen nur die beiden bisherigen mit einander übereinstimmenden Thermometer hinzuziehen; deshalb bildete ich den dritten Zweig Z''' allein aus 8' oder 12' Neus. No. V, Z' blieb aus Kupferdraht bestehen, und eben so Z'' in seiner vorigen Verfassung; so konnte ich wieder θ'' und Θ beobachten. Die folgende Reihe enthält diese Beobachtungen. In den drei ersten Columnen unter Z', Z'', Z''' stehen die Drahtlängen in den Zweigen, in den übrigen die beobachteten und berechneten Werthe von θ'' und Θ. Wegen der beiden letzten Beobachtungen, die nach den früheren Formeln gesichert sind, mufste in Z''' 8' Neus. = 15' K. und 12' Neus. = 24 K. gesetzt werden; diefs spricht auch um desto mehr an, als hier der Zusatz durch das Thermometer fehlt und die ersten compensirten Längen immer kürzer ausfallen; in Z'' wurde jedoch $D = 7'$ K., $D + 4'$ Neus. = 16' K. und $D + 8'$ Neus. = 26' K. genommen. W war $= 1$, und C gab die erste Beobachtung allein.

Sechste Beobachtungsreihe.

Z'.	Z''.	Z'''.	θ'' beob.	Θ beob.	θ'' ber.	Θ ber.
24′ K.	offen	offen	—	19,05	—	19,05
24′ K.	*D*	offen	8,92	14,58	8,80	14,68
24′ K.	*D*	8′ N.	5,09	16,21	5,13	16,29
24′ K.	*D*	12′ N.	6,06	16,04	6,32	15,84
24′ K.	*D*+4′ N.	offen	4,59	12,21	4,54	12,60
24′ K.	*D*+4′ N.	8′ N.	1,98	14,02	1,91	14,24
24′ K.	*D*+4′ N.	12′ N.	2,57	13,46	2,53	13,74
24′ K.	*D*+8′ N.	8′ N.	0,92	13,50	0,93	13,52
24′ K.	offen	8′ N.	—	11,85	—	11,82
24′ K.	offen	12′ N.	—	11,82	—	11,65

$C = 29,16$.

Nach dieser Reihe, die eine gute Uebereinstimmung darbietet, halte ich die aufgestellten Formeln für zureichend auf alle Fälle, die beim getheilten Schliefsungsdrahte der Batterie vorkommen können.

Meiningen, Februar 1844.

Zusatz. Wenngleich es bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnifs von den Wirkungen der statischen Elektricität noch unentschieden bleibt, ob die folgende Thatsache als ein neuer Beweis von der Richtigkeit der aufgestellten Formeln angesehen werden darf: jedenfalls scheint es mir beachtenswerth zu seyn, dafs bei der Entladung einer gleich starken Batterie die im Schliefsungsdrahte frei werdende Wärme immer dieselbe ist, wie weit man auch den Schliefsungsdraht ändert. Aus den Beobachtungen von Riefs wissen wir nämlich, dafs wenn in irgend einem bestimmten Theile der Schliefsung, dessen Widerstand w sey, eine Wärmeentwicklung $= \theta$ beobachtet wird, sie in einem andern beliebigen Theile derselben Schliefsung vom Widerstande w' gleich $\frac{\theta w'}{w}$ ist. Bezeichnen wir also, um uns den früheren Formeln an-

zuschliefsen, die Stärke der Ladung bei einem Totalwiderstande $=1$ mit C und die frei werdende Wärme mit αC, so erhalten wir bei einer Verlängerung des Schliefsungsdrahts um einen Widerstand $=w$, die Intensität $=\frac{C}{1+w}$ und die frei werdende Wärme $=\frac{\alpha C}{1+w}(1+w)$ $=\alpha C$, also dasselbe Quantum. — Wenn ein Theil des Schliefsungsdrahtes aus zwei Zweigen besteht, deren Widerstand w' und w'' ist, während der vereinigte Theil einen Widerstand W darbietet, so ist die Intensität im letzteren $=\frac{C}{W+w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2+w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}$, also die in ihm frei werdende Wärme $=\frac{\alpha C W}{R}$, worin zur Abkürzung $R=W+w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2+w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2$ gesetzt ist; im ersten Zweige ist ferner die Intensität

$$=\frac{C\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{R},$$

also die durch seinen Widerstand w' entwickelte Wärme $=\frac{\alpha C w'\left(\frac{\lambda''}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{R}$; im zweiten Zweige haben wir endlich die Intensität $=\frac{C\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{R}$ und die Wärme

$$=\frac{\alpha C w''\left(\frac{\lambda'}{\lambda'+\lambda''}\right)^2}{R}.$$

Alle drei Wärmequanta zusammen geben αC, wie oben. Derselbe Fall findet bei einer drei- oder mehrfach getheilten Schliefsung statt, wie man diefs leicht aus den mitgetheilten Formeln ersehen wird.

VII. *Fortgesetzte magnetische Versuche* [1]; *von Wolfgang Haecker in Nürnberg.*

Die folgenden Versuche wurden zu dem Endzwecke angestellt, um zu erforschen, welche Tragkraft den geradlinigen Magnetstäben ertheilt werden kann, und dabei zu ermitteln, in welchem Verhältnifs sich Tragkraft und Schwingungsdauer gegenseitig bestimmen. Es wurden daher neun Magnete von verschiedenen Dimensionen mit grofser Sorgfalt verfertigt, und ihre Tragkraft und Schwingungsdauer aufmerksam untersucht. Die Stäbe waren flach, das Verhältnifs der Dicke zur Breite war 1 zu 3 bis $1\frac{1}{2}$ zu 4. Zur Berechnung wurden die früher angezeigten zwei Formeln gebraucht, nämlich für die Tragkraft:

$$a = n.\sqrt[3]{p},\ \text{oder}\ \frac{z}{p}\ \text{für}\ n\ \text{gesetzt},$$

$$a = \frac{z}{\sqrt[3]{p^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

wo n das Tragverhältnifs, p die Masse oder das Gewicht, z die Tragkraft des Magnets und a eine constante Gröfse vorstellt, welche das Tragverhältnifs eines Magnetstabes von der Gewichtseinheit, welche hier ein baiersches Loth ist, bedeutet.

Für die Schwingungsdauer:

$$c = \frac{t}{\sqrt[3]{p}.\sqrt[6]{l}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(II)}$$

wo t die Schwingungsdauer, p die Masse oder das Gewicht, l die Länge eines Magnetstabes und c eine constante Gröfse vorstellt, welche die Schwingungsdauer eines Magnetstabes von der Gewichts- und Längeneinheit, welche hier ein baierisches Loth und ein französischer Zoll ist, bedeutet.

1) S. Ann. Bd. LVII S. 321.

In folgender Tabelle sind nun zwölf Versuche aufgezeichnet, welche über die Tragkraft und Schwingungsdauer von neun Magnetstäben mit großer Vorsicht angestellt wurden. Es ist jedoch dabei zu bemerken, daſs die beobachtete Tragkraft nur diejenige an einem Pol ist, daher dieselbe verdoppelt werden muſs, um die Tragkraft des ganzen Stabes zu erhalten. Um den Versuchen die möglichst gröſste Ausdehnung zu geben, so wurde bei dem groſsen Stabe die allmälige Zunahme seiner Tragkraft, so wie die Abnahme seiner Schwingungsdauer angemerkt.

Gewicht. Loth.	Länge. Zoll.	Tragkraft.			Schwingungsdauer. Secunden.	*Log a*	*Log c*
		Loth.	dividirt durch das Gewicht.	verdoppelt dividirt durch das Gewicht.			
$\frac{1}{4}$	$2\frac{2}{3}$	$7\frac{1}{2}$	30	60	1,80	1,5774	0,3851
$\frac{13}{16}$	2	17	21	42	2,39	1,5931	0,3585
$1\frac{1}{16}$	3	22	20,5	41	2,76	1,6238	0,3526
$1\frac{19}{32}$	4	30	19	38	3,25	1,6472	0,3441
$2\frac{1}{8}$	6	30	14,12	28,24	4,34	1,5599	0,3988
$4\frac{1}{16}$	$5\frac{1}{12}$	48	12	24	4,94	1,5830	0,3731
$8\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	76	9	18	6,80	1,5651	0,3769
$34\frac{1}{2}$	$12\frac{3}{4}$	200	5,80	11,60	11,80	1,5771	0,3749
81	$17\frac{1}{2}$	344	4,25	8,50	16,55	1,5652	0,3754
		264	3,26	6,52	19,10	1,4504	0,4377
		176	2,172	4,344	23,47	1,2741	0,5271
		136	1,68	3,36	26,45	1,1622	0,5790

Die drei letzten Werthe beziehen sich auf die allmälige Zunahme der Kraft des Stabes von 81 Loth.

Vorstehende Versuche zeigen, daſs diese geraden Stäbe die gleiche Tragkraft wie hufeisenförmige besitzen, und daſs sich bei beiden ein und dasselbe magnetische Gesetz ausspricht. Für hufeisenförmige Magnete wurde nun $log\ a = 1{,}6000$ aus den früheren Versuchen festgesetzt, und nahehin eben so groſs zeigt sich auch hier $log\ a$ für gerade Stäbe. Es ist daher die von mir be-

rechnete und in diesen Annalen, 1842, No. 11, S. 333, verzeichnete Tabelle über die Tragkraft der Magnete in Hufeisenform auch für gerade Stäbe gültig. Die Versuche zeigen auch, dafs die Form keinen Einflufs auf die Wirkung der dem Magnet inwohnenden Kraft äufsert. Bemerken mufs ich hiebei noch, dafs die hier eben bemerkte Tragkraft der Stäbe die äufserste war, wozu dieselben nur mit vieler Mühe gebracht werden konnten.

Es hat übrigens die genaue Bestimmung der Tragkraft eines geraden Stabes, da man hiebei die Last nur an einem Pol anbringen kann, seine besonderen Schwierigkeiten; weil hiebei erfordert wird dafs der Magnet und die Last sich genau in einer horizontalen Ebene berühren, und dafs der Schwerpunkt der Last genau unter die Mitte dieser Ebene falle; eine Bedingung, welche immer schwerer zu erfüllen wird, je gröfser der Magnet ist, und weil überhaupt gerade Stäbe nicht so sicher wie hufeisenförmige in die richtige Lage gebracht werden können. Folgendes Verfahren kann als sehr zweckmäfsig empfohlen werden. Man macht ein Ende des Magnetstabes, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll lang, vollkommen eben, befestigt den Magnet mit einer Schraubzwinge, das geebnete Ende nach unten gekehrt, damit es eine horizontale Lage erhalte, fest an einen Tisch, und läfst den Magnet ein Paar Zoll über denselben hervorragen. Nun nimmt man den Anker, der einige Zoll Länge haben soll, und eben so dick und breit, oder noch etwas breiter als der Magnet ist, und dessen Fläche vollkommen eben seyn mufs, und hängt die Last an denselben; hierauf legt man den Anker an das untere Ende des Magnets, und schiebt ihn mit ruhiger Hand sammt der anhängenden Last ganz langsam über die Kante des Magnets hinaus, damit er nur mit einer schmalen Fläche an dem Magnet haftet, bis man aus dem Gefühl in der Hand bemerkt, dafs die Last getragen wird. Am besten ist es,

wenn

wenn der Anker für sich allein so viel wiegt, als der Magnet tragen soll.

Wir kehren jetzt wieder zu den Gleichungen (I) und (II) zurück. Aus (II) folgt:

$$c^2 = \frac{t^2}{\sqrt[3]{p^2} . \sqrt[3]{l}}$$

multiplicirt man damit die Gleichung (I), so erhält man:

$$ac^2 = \frac{zt^2}{\sqrt[3]{p^4} . \sqrt[3]{l^2}},$$

welche Gleichung für solche Magnete gültig bleibt, die auf ein und derselben Stufe der Magnetisirung stehen. Denkt man sich jetzt dieselben Magnetstäbe auf einer andern Stufe der Magnetisirung, so werden bei ihnen die Werthe von z, t, a und c sich ändern, während die von p und l dieselben bleiben. Bezeichnet man aber diese neuen Werthe von z, t, a und c durch z', t', a' und c', so wird man für diese wieder erhalten:

$$a'c'^2 = \frac{z't'^2}{\sqrt[3]{p^4} . \sqrt[3]{l^2}},$$

aus dieser Gleichung, in Verbindung mit der vorigen ihr ähnlichen, erhält man aber:

$$ac^2 : a'c'^2 = zt^2 : z't'^2.$$

Nun zeigen aber die mit dem schwersten Magnetstabe auf verschiedenen Stufen seiner Magnetisirung vorgenommenen Versuche, dafs fortwährend

$$ac^2 = a'c'^2$$

bleibt, das heifst, dafs das Product aus der die Tragkraft bestimmenden constanten Gröfse in das Quadrat der zur Schwingungsdauer gehörigen stets dasselbe bleibt, wie auch die Werthe dieser beiden Constanten auf den verschiedenen Stufen der Magnetisirung sich ändern mögen. Diefs zieht nach sich, dafs auch

$$zt^2 = z't'^2,$$

das heifst, dafs sich die Ziehkräfte umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungsdauer zu einander verhalten, oder auch, dafs die Ziehkräfte in demselben Verhältnifs zu einander stehen, wie jene Kräfte, von welchen die Schwingungsdauer der Magnete abhängt, ein aus den Versuchen abgeleitetes Ergebnifs, das an sich schon sehr natürlich ist.

Die Gleichung:

$$zt^2 = z't'^2$$

giebt aber auch ein Mittel an die Hand, aus der beobachteten Schwingungsdauer eines Magnetstabes seine Ziehkraft herzuleiten, was um so schätzbarer ist, als die unmittelbare genaue Bestimmung der Ziehkraft so grofsen Schwierigkeiten unterliegt. Man kann hiebei auf folgende Weise verfahren. Aus den neun ersten, in der mitgetheilten Tabelle befindlichen, Versuchen, erhält man als Mittelwerthe $\log a = 1{,}5880$

und $\log c = 0{,}3710$

Man wird aber besser thun, den aus meinen früheren Versuchen abgeleiteten Werth von a zu nehmen, und demnach zu setzen $\log a = 1{,}6000$

woraus im Mittel sich ergiebt:

$$\log ac^2 = 2{,}3420.$$

Dieser Werth von ac^2 ist jedoch nur für Nürnberg gültig, da wegen der ungleichen Intensität des Erdmagnetismus der Werth von c an verschiedenen Orten der Erde offenbar ein anderer wird, während derjenige von a wahrscheinlich überall derselbe bleibt.

Als Beispiel, wie die auf experimentellem Wege gefundene Relation zur Beurtheilung der relativen Stärke eines gegebenen Magnets benutzt werden kann, wähle ich folgende zwei Magnetstäbe:

1) Gesetzt ein Stab von

101 Millim. $=$ 45 franz. Lin. Länge

142 Grm. $= 8\frac{1}{8}$ Loth baierisch Gewicht

habe in Nürnberg eine Schwingungsdauer von
6,67 Secunden,
so ist bei dieser Schwingungsdauer die
Tragkraft des ganzen Stabes 125 Loth
und diejenige an einem Pol 62 Loth
während derselbe beim höchsten Grad der Magnetisirung eine Schwingungsdauer von 5,89 Sec.
eine Tragkraft von 160 Loth
haben, mithin an einem Pol 80 Loth
haben würde.
Dieser Stab hat daher nur 0,79 der Kraft, welche er haben sollte.

2) Hätte ein Magnetstab von $22\frac{1}{2}$ Pfund bair. Gew.
und $44\frac{3}{4}$ franz. Zoll Länge
eine Schwingungsdauer von
51 Secunden,
so wäre die Tragkraft des ganzen Stabes $60\frac{1}{2}$ Pfund
und diejenige an einem Pol $30\frac{1}{4}$ Pfund
Im Maximum der Magnetisirung würde dieser Stab eine Schwingungsdauer von 39,68 Secunden haben,
und eine Tragkraft von 100 Pfund
besitzen, mithin an einem Pol 50 Pfund tragen.
Dieser Stab hat daher nur 0,605 der Kraft, welche er haben sollte.

Es wird fast überflüssig seyn zu bemerken, daſs hier ebenfalls, wie in meinem früheren Aufsatze, stets nur die bleibende magnetische Kraft vorausgesetzt worden ist.

Folgende Versuche verdienen hier noch erwähnt zu werden.

Wenn zwei Hufeisenmagnete von gleicher constanter Kraft und Form mit ihren gleichnamigen Polen an einander gelegt werden, und einige Zeit in dieser Lage verharren, so heben sich ihre Polaritäten nicht auf, und ihre Kräfte werden nur unbedeutend vermindert. Es wurden nämlich zwei hufeisenförmige Magnete von gleicher Form und gleicher constanter Kraft am Gewicht von

1¼ Loth und einer Tragkraft von 46 Loth mit ihren gleichnamigen Polen aneinandergelegt und in dieser Lage mehrere Tage liegen gelassen. Als sie darauf wieder untersucht wurden, so zog jeder noch 40 Loth, der Kraftverlust betrug daher nur 6 Loth, eine Gröfse, die nur dadurch aufgefunden werden konnte, dafs die Stärke beider Magnete sehr genau bestimmt war. Um nun zu sehen, ob dasselbe auch bei gröfseren Magneten stattfindet, so wurde der Versuch mit zwei hufeisenförmigen Magneten von 7 Pfund Tragkraft und 13 Loth Gewicht wiederholt. Als dieselben mit ihren gleichnamigen Polen ungefähr eine Woche aneinandergelegen hatten, so trug jeder noch 6½ Pfund. Wenn jedoch beide Magnete ungleiche constante Kraft haben, so wird das Resultat ein anderes. Bringt man nämlich zwei ungleich starke hufeisenförmige Magnete, deren Schenkel gleich weit von einander abstehen, auf kleine hölzerne Walzen, indem ihre gleichnamigen Pole einander gegenüberstehen, so stofsen sich die Magnete in der Entfernung ab, bringt man jedoch beide einander hinlänglich nahe, so wird endlich der schwächere von dem stärkeren angezogen, und ihm ein verhältnifsmäfsig viel gröfserer Theil seiner Kraft benommen [1]).

Magnete, mit welchen alle von mir beschriebenen Versuche wiederholt und näher geprüft werden können, sind aus meinem magnetischen Institut zu erhalten.

1) Vielleicht ist es nicht unpassend hiebei die von mir angestellten Versuche und Betrachtungen (Ann. Bd. XXXXV S. 375) in Erinnerung zu bringen. *P.*

VIII. *Meteorologische Beobachtungen;*
von F. W. Kölbing.

Gewiſs hat Jeder, welcher den Erscheinungen des Wetters mit einiger Aufmerksamkeit folgt, mit groſser Freude Dove's *meteorologische Untersuchungen* (Berlin 1837) aufgenommen. Man sieht es sogleich, daſs hier ein groſser Schritt geschieht zur Lösung der wichtigen Frage: Was geht am Himmel vor? eine Frage, welche nicht nur deshalb so sehr groſses Interesse hat, weil das Wetter an sich für die wenigsten Menschen gleichgültig ist, und mittelbar oder unmittelbar auf alle seinen Einfluſs ausübt, sondern auch in wissenschaftlicher Hinsicht gewiſs ein der gröſsten Talente würdiges Problem ist. Wozu denn die bis in's Unglaubliche gehende Vervollkommnung der meteorologischen Instrumente, wenn die Meteorologie selbst dadurch um keinen Schritt gefördert wird? Und, wenn es zu sagen erlaubt ist, man ist im Ganzen nur zu geneigt, über der Freude an den schönen Instrumenten und ihrer Beobachtung den letzten Zweck derselben ganz zu vergessen. Wenn man an die Sorgfalt denkt, mit der die kostbarsten *Barometer* an so unzählig vielen Orten täglich mehrere Male beobachtet und ihre Stände aufgeschrieben werden, und dann nach dem Nutzen fragt, den alle diese Beobachtungen der Meteorologie gebracht haben, scheint er doch im Vergleich zu der darauf verwendeten Zeit und Mühe sehr gering zu seyn. Man hat sogar Vereine gestiftet, um das Barometer an bestimmten Tagen von Viertelstunde zu Viertelstunde an möglichst vielen Orten zu beobachten. Kann man davon irgend ein interessantes Resultat erwarten? Mich dünkt, gar keins, wenn nicht einmal zufällig an einem dieser Tage eine merkwürdige meteorologische Er-

scheinung sich ereignete. Und mittlere Barometerstände einzelner Monate oder Jahre, was haben sie eigentlich für Interesse bei Orten, deren Erhebung über die Meeresfläche einmal bekannt und aus solchen Mittelständen nicht einmal mit Sicherheit zu bestimmen ist? — Weit mehr meteorologisches Interesse haben schon die Beobachtungen des *Thermometers*; sie sagen aus, ob man gefroren oder geschwitzt habe, ob der Wein gut gerathen oder untrinkbar sey, und was dergleichen practische Resultate mehr sind; die durch sie gefundenen isothermen Linien haben das gröfste Interesse für die Vegetation und Bodencultur wie für die intellectuelle Bildung der Völker; aber zur Erklärung der meteorologischen Erscheinungen führen auch sie nicht. — Die *Windfahne* ist es, ein Instrument, welches jeder Klempner machen kann, welches jeder Bauer zu beobachten versteht; sie ist es, welche das Problem der Meteorologie zu lösen verspricht, welche uns die Bewegungen des Barometers, die als unverstandene Hieroglyphen die Aufmerksamkeit doppelt in Anspruch genommen haben, so wie den Gang des Thermometers erklärt und die Beobachtungen der sämmtlichen meteorologischen Instrumente mit den Erscheinungen am Himmel zu *einem* Ganzen verbindet. Wenn man die Beobachtungen der Windfahne innerhalb eines Jahres von recht vielen Punkten auch nur aus Deutschland zusammenbringen könnte, wie viel mehr Licht über die Meteorologie würden sie uns geben als alle Beobachtungen mit den fehlerfreisten Barometern! Der Gedanke, im Wind die Erklärung aller Wettererscheinungen zu suchen, hätte an sich nicht sogar fern gelegen; Jedermann kennt die Regelmäfsigkeit der Bewegungen des Barometers, Thermometers und aller Wettererscheinungen bei der Regelmäfsigkeit des Windes in der heifsen Zone; Jedermann weifs, dafs bei uns nichts veränderlicher ist als Wind und Wetter sammt allen meteorologischen Instrumenten; damit ist der Zusammenhang

des Windes mit allen übrigen Erscheinungen gegeben. Auch hat man daran wohl eigentlich nie gezweifelt; aber die *neue* Entdeckung von Dove ist eben die, dafs er in den Veränderungen des Windes ein Gesetz erkannt und damit den Schlüssel gefunden hat, die sämmtlichen meteorologischen Erscheinungen zu erklären. Dafs mit diesen von Dove aufgefundenen Gesetzen die Meteorologie vollendet sey, fällt dem scharfsinnigen Entdecker selbst nicht ein; aber mich dünkt, man wüfste wenigstens jetzt, was man beim Wetter beobachten sollte, um die *Wissenschaft vom Wetter* weiter zu fördern. Die Zeit »der Herrschaft der Mittel« (Dove, met. Unt. S. 121) könnte eigentlich vorüber seyn; und die Aufmerksamkeit der Meteorologen sollte sich vorzüglich auf folgende Fragen richten: 1) Wie treffen Dove's Gesetze im Einzelnen zu, oder sind sie etwa in irgend einer Hinsicht noch zu modificiren? und 2) Nachdem wir die Gesetze der Wetterveränderungen im Allgemeinen kennen, giebt es an den Instrumenten oder am Himmel irgend sichere *Vor*zeichen von eintretenden Veränderungen? Namentlich diese letzte Frage hat für Meteorologen und für Jedermann ein besonderes Interesse; da die Fragen: Bekommen wir bald besseres Wetter? oder: Wird das schöne Wetter noch aushalten? unzählige Male aufgeworfen, von himmelskundigen Landleuten und barometerverständigen Gebildeten mit grofser Zuversicht beantwortet, und, Jedermann weifs, wie oft falsch beantwortet werden. Um die oben angedeuteten Fragen zu beantworten genügt es freilich nicht, den Himmel, die Windfahne und die andern Instrumente nur zu bestimmten Stunden zu beobachten; sondern man mufs unausgesetzt Alles im Auge behalten. Z. B. wenn ich mir früh N.- und Mittags Südwind notire, so geht daraus nicht hervor, ob der Wind sich über O. oder W. nach S. gedreht hat (vergl. Dove in Poggendorff's Annal. Bd. XI S. 548); man mufs sich also die Drehung des Windes in der Zwischenzeit

ebenfalls anmerken. Ein grofses Hindernifs dabei ist freilich die Nacht, in welche natürlich ein grofser Theil der Wetterveränderungen fällt, während die Beobachtungen wegfallen, zumal wenn man keine Einrichtung hat, um die Stellung der Windfahne, nachdem es einmal finster geworden, noch wahrnehmen zu können. Das bringt manche Unsicherheit und anscheinende Unregelmäfsigkeit in die Beobachtungen. Z. B. es ist Abends SW., den nächsten Morgen wieder; Nachts hat es stark geregnet und das Barometer ist gestiegen. Es scheint also, dafs der Regen mit SW. bei steigendem Barometer gekommen sey; aber die zufällig noch nicht wieder gedrehte Windmühle zeigt, dafs in der Nacht NW. geweht hat, welcher den Regen gebracht und das Barometer heraufgetrieben hat. Zu manchen Zeiten wäre es ganz ausreichend, nur einmal in 24 Stunden den Stand des Barometers und der Windfahne aufzuzeichnen, und zu anderen möchte man es fast jede Stunde thun. Indessen bemerkt man bald, dafs, wenn man nur Wind und Wetter nicht aus den Augen verliert, der Stand des Barometers und Thermometers sich doch nicht so schnell ändert, als dafs nicht bei diesen Instrumenten eine dreimalige Aufzeichnung des Tags in der Regel genügen sollte; und eine solche liegt auch den nun folgenden Beobachtungen zu Grunde. Der Zeitraum derselben umfafst ein Jahr vom 1. Nov. 1842 bfs 31. Oct. 1843, in welchem jedoch wegen Abwesenheit vom Hause der Monat Juli fehlt; der Ort der Beobachtungen ist *Gnadenfeld* bei Cosel in Oberschlesien. Ich habe nun im Folgenden Dove's Gesetze aus seinen *meteorologischen Untersuchungen* meist wörtlich citirt, meine Beobachtungen damit verglichen, und aus dem Zahlenverhältnifs der einzelnen Beobachtungen einige Wahrscheinlichkeitsschlüsse gezogen. Ueber die Sicherheit dieser Schlüsse täusche ich mich nicht; um beim Wetter solche Wahrscheinlichkeiten gelten zu lassen, bedarf man gewifs einer gröfse-

ren Zahl von Beobachtungen als *ein* Jahr sie darbietet; auch ist es sehr möglich oder vielmehr gewifs, dafs die geographische Lage der einzelnen Orte auf einzelne Witterungsregeln modificirend einwirkt; aber, wenn ich anders Dove's Gesetze richtig verstanden habe, mufs man, nachdem einmal eine feste Grundlage gewonnen ist, gerade in der Weise, wie ich es hier zu thun versucht habe, weiter arbeiten, um die Wissenschaft vom Wetter weiter zu fördern und dieses für die Naturkunde wie für das practische Leben gleich interessante Problem seiner Lösung näher zu führen. Möchte dazu das Folgende auch ein Beitrag seyn!

I. Das Drehungsgesetz des Windes.

§. 1. *Regelmäfsige Drehung des Windes*: »*Der Wind dreht sich im Sinne S. W. N. O. S. durch die Windrose* (S. 129), *und das Barometer fällt bei O. W. und S., geht bei SW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W. NW. und N., und geht bei NO. aus Steigen in Fallen über.*« (S. 142.) Vollständige Drehungen des Windes in dieser Richtung ohne bedeutende Rücksprünge, bei denen das Barometer ebenfalls *im Allgemeinen* den angegebenen Gang hatte, kamen in dem vorliegenden Zeitraum zehn Mal vor; die kürzeste war vom 14. bis 16. Nov. in drei Tagen; vier Mal wurde sie in vier Tagen, zwei Mal in sechs Tagen, ein Mal in sieben Tagen, ein Mal in zwölf Tagen und ein Mal vom 28. Aug. bis 15. Sept. in neunzehn Tagen vollendet. Die Behauptung von Dove, dafs »der warme leichte Wind durch den kalten schweren auf der Westseite rascher verdrängt wird, als der kalte schwere durch den warmen leichten auf der Ostseite« (S. 194), habe ich wenigstens in sofern nicht durchaus bestätigt gefunden, als die Drehungen von SW. oder W. nach NW. oder N., eben so wie die von NO. oder O. nach SO. oder S. in der Regel innerhalb der Beobachtungsstunden, d. h. während

sechs Stunden, sich vollendet hatten; auch mehrere größsere Drehungen von SW. nach NO., von N. nach S., von NO. nach SW. ebenfalls; die schnellste beobachtete ist eine von SO. nach NO. in sechs Stunden, und die langsamste eine von O. nach S. in 66 Stunden.

§. 2. *Nähere Betrachtung des Gangs des Barometers bei der regelmäfsigen Drehung des Windes auf der Westseite.* Dafs das Minimum des Barometers bei SW. liegt (S. 139), bestätigen die Beobachtungen trotz einzelner Ausnahmen auf's beste; aber aus dem Gang des Barometers einen sicheren Schlufs auf eine bevorstehende Drehung des Windes und also Aenderung des Wetters zu machen, verbieten die Beobachtungen entschieden. Ich habe nur neun Fälle bemerkt, wo ein Stillstehen oder Steigen des Barometers bei SW. einer Drehung des Windes nach NW. voranging, wie beides auch ohne darauf folgende Aenderung des Windes oft vorkommt; in eilf Fällen begann das Barometer erst mit eingetretenem W. oder NW. zu steigen; und 26 Beispiele finden sich, in denen das Barometer auch bei schon eingetretenem N. oder NW. zuerst noch seinen tiefen Stand behauptet oder gar weiter fällt, und erst bei längerer Dauer des Nordstroms sein Steigen beginnt, was aber niemals ausbleibt. Und gerade unter diesen sechsundzwanzig Fällen sind verhältnifsmäfsig die meisten, wo der Nordstrom nachher länger anhielt, nämlich funfzehn; während unter den vorhergenannten eilf nur drei, unter den ersten neun nur zwei von dieser Art sich finden, so dafs die Wahrscheinlichkeit eines *dauernden* nördlichen Windes in dem Fall am gröfsten zu seyn scheint, *wenn das Barometer nicht sogleich bei seinem Eintritt steigt.* — Was aber die Vorhersagungen des nördlichen Stroms in der Wolkenbildung betrifft (»dunkle *Cumulostrati* am Westhorizont,« S. 175), so habe ich vier Mal, ein Mal mit steigendem, drei Mal mit fallendem Barometer am Westhimmel eine Wolkenbank oder einen Wetterbaum

beobachtet, worauf am folgenden Tag ein nördlicher Wind von längerer Dauer folgte; in vier anderen Fällen blieben grofse Wetterbäume aus W. bei herrschendem S. oder SW. und fallendem Barometer ohne Bedeutung.

§. 3. *Nähere Betrachtung des Gangs des Barometers bei der regelmäfsigen Drehung des Windes auf der Ostseite.* Hier habe ich zehn Mal eine Ankündigung des Südstroms durch Stillstand oder Fallen des Barometers beobachtet, welche einmal von einem Wetterbaum aus SO. begleitet war; einmal kündigte ein Wetterbaum aus SW. trotz des steigenden Barometers einen den nächsten Tag eintretenden SW. an; ein anderes Mal blieb er ohne Erfolg. In funfzehn Fällen aber wurde der eintretende Südstrom durch gar nichts angekündigt; das Barometer fing erst bei schon geschehener Drehung des Windes an zu fallen, blieb mehrere Male auch noch eine Zeit lang stehen, und drei Mal stieg es zuerst noch, ehe es sich zum Fallen bequemte. Es werden also auch hier in der Mehrzahl der Fälle die Drehung des Windes und die Aenderung des Wetters durch das Barometer *nicht* vorhergesagt.

§. 4. *Rücksprünge des Windes.* Keine Regel ohne Ausnahme, das gilt gewifs auch von dem Drehungsgesetz des Windes, dieses veränderlichsten aller Dinge. Dove hat auch auf die Rücksprünge des Windes aufmerksam gemacht, und sagt: »*Er springt zwischen S. und W., und zwischen N. und O. häufiger zurück als zwischen W. und N., und zwischen O. und S.*« (S. 129.) Es scheint mir nothwendig die kleineren innerhalb eines Kreisviertels liegenden Rücksprünge (man sollte sie eigentlich nur *Schwankungen* des Windes nennen) von denen zu sondern, welche 90° und darüber betragen, weil erstere in der Regel auf das Wetter von sehr geringem, letztere oft von dem entschiedendsten Einflufs sind. (Vergl. §. 13.) 1) Rücksprünge des Windes *innerhalb eines Kreisviertels.* Deren

finden sich aufgezeichnet: *a*) *Zwischen N. und W.* 14, die Hälfte mit fallendem, die andere Hälfte bei stillstehendem oder steigendem Barometer, und in dreizehn Fällen kehrte der Wind wieder rechtläufig zurück; nur in einem Fall blieb der mit fallendem Barometer eingetretene W. Wind zwei Tage herrschend. — *b*) *Zwischen W. und S.* sind beobachtet funfzehn, darunter zehn mit fallendem Barometer; in eilf Fällen kehrte der Wind wieder nach W. zurück, der S.-Wind dauerte aber in keinem Fall länger als einen Tag. — *c*) *Zwischen S. und O.* habe ich nur drei Rücksprünge aufgezeichnet, und zwei Mal kehrte der Wind sehr bald wieder zurück; ein Mal blieb der Ostwind mit steigendem Barometer einen Tag stehen. — *d*) *Zwischen O. und N.* sind eilf Rücksprünge aufgezeichnet; in acht Fällen blieb die neue Windesrichtung 1 bis 3 Tage herrschend, und unter diesen acht sind vier mit steigendem, 3 mit fallendem, einer mit stillstehendem Barometer; nur in drei Fällen (darunter zwei mit fallendem Barometer) kehrte er innerhalb zwölf Stunden wieder zurück. — Die oben von Dove angegebene Regel scheint danach so modificirt werden zu müssen, *daſs die Rücksprünge zwischen S. und W., N. und O., W. und N. ungefähr gleich häufig sind, und nur die zwischen O. und S. seltener*, und des alten Baco Regel (S. 132) »*si hoc facit, fit ad breve tempus,*« *scheint* für die Rücksprünge zwischen O. und N. nicht zu gelten. Die Bewegungen des Barometers aber lassen sich dabei nicht auf eine feste Regel bringen.

2) Gröſsere Rücksprünge des Windes *durch ein Kreisviertel und mehr.* *a*) *Auf der Westseite.* Von rückgängigen Bewegungen des Windes von NW. oder N. nach SW. oder S. von 90° bis 180° finde ich die groſse Zahl von 41 aufgezeichnet, und in dreiſsig Fällen blieb die neue südliche Windesrichtung wenigstens einen Tag herrschend. Nach dem Gang des Barometers vertheilen sie sich aber so: neunzehn geschahen mit fal-

lendem Barometer; darunter sind zwölf, in denen die neue Richtung 1 bis 4 Tage herrschend blieb; fünf wurden durch vorheriges Fallen des Barometers, zwei durch Wetterbäume aus SW. angekündigt. Zweiundzwanzig aber geschahen bei stillstehendem oder steigendem Barometer, und darunter sind achtzehn, in denen der südliche Wind sich behauptete (vier Mal 1 Tag, sieben Mal 2 Tage, vier Mal 3 Tage, und 4, 5, 6 Tage je ein Mal); fünf Mal wurde der Rücksprung durch einen Wetterbaum aus SW. angekündigt. Es scheint sich daraus zu ergeben, dafs *diese gröfseren Rücksprünge zu den sehr gewöhnlichen Wettererscheinungen gehören*, und zumal wenn sie bei steigendem oder stillstehendem Barometer geschehen, *einen länger anhaltenden südlichen Wind erwarten lassen;* und wenn bei nördlicher Windesrichtung ein Wetterbaum aus S. oder SW. erscheint, ist ein Rücksprung des Windes fast mit Sicherheit zu erwarten. — Noch gröfsere rückgängige Bewegungen von 180° und darüber sind dagegen sehr selten; ich finde nur vier angemerkt, eine von N. bis SO., eine von NO. bis SW.; eine von NW. nach O., und eine (mit Gewitterbildung) von NW. über S. O. bis N., worauf dann ein zweitägiger N. folgte.

b) Rücksprünge *auf der O.-Seite* von S. oder SO. nach NO. oder N. sind nur sechs beobachtet, drei mit steigendem, drei mit fallendem Barometer; in drei Fällen blieb die neue Windesrichtung zwei, drei oder fünf Tage herrschend, in den drei andern kehrte der Wind bald wieder zurück. Zu diesen sechs Fällen kommen noch drei von gröfserer Drehung: von SO bis NW., worauf dauernder N. folgte; von SW. nach NO., mit baldiger Rückkehr nach SW., und von S. über O. N. bis W., und baldiger rechtläufiger Drehung über N. O. nach S. zurück. Aus diesen wenigen Fällen kann man wohl weiter keinen Schlufs ziehen, als dafs sie überhaupt nur zu den Ausnahmen gehören.

§. 5. Es könnte aus dem Vorigen so scheinen, als

ob dadurch das von Dove aufgestellte Gesetz über den Zusammenhang des Windes mit dem Stand des Barometers etwas erschüttert würde; aber diefs ist doch keineswegs der Fall. Nur das geht daraus mit Sicherheit hervor, dafs *der Wind öfter dem Gang des Barometers voraneilt als ihm folgt* (man könnte sagen: die Windfahne ist ein empfindlicheres Instrument als das Barometer), und *das Barometer also zur Vorhersagung des Wetters wenig oder gar nicht zu brauchen ist*; aber, das geht ebenfalls aus den Beobachtungstabellen mit völliger Evidenz hervor: wenn ein bestimmter Wind eine Zeit lang fortweht, erfolgt bei den nördlichen Winden unfehlbar das Steigen, bei den südlichen das Fallen, und man sieht das Gesetz auf das Beste bestätigt.

II. Die Gesetze des Wetters.

§. 6. Was man im gemeinen Leben »Wetter« nennt, ist, genauer angesehen, ein Product aus zwei Factoren, Wärme und Feuchtigkeit; *schönes* Wetter ist heiteres, zumal warmes Wetter, *schlechtes* Wetter ist Regen oder Schnee, und im Sommer besonders der kalte Regen. Die Gesetze desselben hängen aber, wie Dove gezeigt hat, mit der Windesrichtung auf das Genaueste zusammen; so will ich nun wieder die von Dove gegebenen Regeln mit den gemachten Beobachtungen vergleichen.

A. Das Gesetz der Wärme.

§. 7. »*Das Thermometer steigt bei O.-, SO. und S.- Winden, geht bei SW. aus Steigen in's Fallen über, fällt bei W.-, NW.- und N.- Winden, und geht bei NO. aus Fallen in's Steigen über.* (S. 165.) Oder allgemeiner ausgedrückt, bei dem südlichen Strom haben wir warmes, bei dem nördlichen kaltes Wetter. Diefs Gesetz ist an sich so einleuchtend, dafs es kaum einer Bestätigung bedarf; ich will deshalb, um nicht zu weitläufig zu werden, den Gang der Temperatur nur aus

der ersten Hälfte des vorliegenden Zeitabschnitts in kurzen Umrissen angeben. Nachdem Anfang Nov. bei herrschendem N. das Thermometer bis $-6°$ R. heruntergegangen war und vom 5. bis 8. niemals $0°$ erreicht hatte, hielt es der vom 9. bis 14. herrschende SW. stets über $0°$ und am 13. stand es Mittags auf $+9°$. — Vom 25. Nov. bis 10. Dec. kam es ebenfalls bei vorwaltendem SW. niemals unter $0°$ herab, und stand am 1., 3., 5. Dec. M. auf $+5°$. — Auch vom 14. bis 31. Dec. blieb es über $0°$, da SW. die Oberhand hatte, und hatte am 31. Dec. Abends bei W. seinen höchsten Stand in diesem Monat bei $+8°$. Aber der am 1. Jan. eintretende N. brachte es schnell herunter und am 4. früh stand es auf $-8°,5$. Vom 5. bis 15. herrschte wieder der S.-Strom, und das Thermometer bewegte sich zwischen $-1°$ und $+5°$. Der am 16. eintretende nördliche Strom erhielt es trotz des bewölkten Himmels wieder unter $0°$, und als darauf der Himmel sich mit SW. aufheiterte, *stieg, als Ausnahme von der Regel, die Kälte* [1]), und das Thermometer zeigte am 23. früh bei SW. $-6°$, am 25. früh bei S. $-9°$. Diefs ist die gröfste in diesem Winter beobachtete Kälte. Als der Himmel mit W. trübe wurde, ging das Thermometer wieder herauf und erhielt sich bei abwechselndem NW. und SW. den ganzen Febr. fast unausgesetzt über $0°$; bei einer vom 14. bis 24. dauernden SW.-Periode wärmte sich die Luft so aus, dafs das Thermometer zu Mittag drei Mal $+11°$, ein Mal $+12°$ zeigte. Dagegen stand vom 1. bis 7. März bei vorwaltendem nördlichen Strom das Thermometer fast immer unter $0°$, und fiel einige Male auf $-6°$ herab; bis es der südliche Strom, der vom 10. bis 15. wehte, wieder bis $+9°$ in die Höhe brachte. — Am 2. Apr. stieg das Thermometer bei SW. Mittags bis $+15°$;

1) Doch ist diese Ausnahme eben durch die *Aufheiterung* hinlänglich erklärt; weniger auffallende Beispiele kommen bei dem Eintritt eines heiteren SW. öfter vor.

überhaupt war der ganze April bei herrschendem Südstrom (eine Periode des nördlichen Stroms vom 10. bis 16. ausgenommen, in welcher das Thermometer nicht über +6°,5 kam) sehr angenehm warm, brachte auch am 21. bei 18° Wärme das erste Gewitter, wodurch die Luft zwar etwas abgekühlt, das Wetter aber doch nicht dauernd verdorben wurde. Dagegen war die erste Hälfte des Mai bei herrschendem N. oder NO. kalt; das Thermometer kam zu Mittag nicht über +12°, blieb am 10. und 11. sogar schon bei +6° stehen, und erst in der letzten Hälfte des Monats, in welcher der nördliche und südliche Strom oft mit einander wechselten, wurde es wieder wärmer; doch kam die Temperatur nicht über +18°, die höchste im April beobachtete Wärme, herauf. Anfang Juni aber blieb der SW. vier Tage herrschend, und trieb das Thermometer schnell herauf; am 1. zeigte es zu Mittag nur 13°; aber schon am 2. 20°, am 3. 21°, am 4. 23°; am 5. trat jedoch wieder N.-Wind ein, und es zeigte nur noch 18°, am 6. 16°, am 7. 12°, und da bis Ende des Monats mit wenigen Unterbrechungen der nördliche Strom vorherrschte, gab es meist ein kaltes Regenwetter, bei dem die Mittagstemperatur häufig 13° nicht überstieg, ein Mal am 21. bei kaltem Regen und heftigem NNW. nur 7° erreichte.

Diese Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, wie nach Dove's Gesetz der Gang der Temperatur sich aus dem Wechsel der Winde auf das Beste erklärt.

B. Die Gesetze der atmosphärischen Niederschläge.

§. 8. Die meisten Niederschläge (Regen oder Schnee) entstehen »*durch Vermischung der Winde*« (S. 172.), d. h. durch die gegenseitige Verdrängung des nördlichen und südlichen Stroms; diefs sind die von Dove sogenannten *Niederschläge des Uebergangs.* (S. 197.)

Wir betrachten zuerst die Niederschläge *auf der Westseite*, d. h. diejenigen, welche durch eine Drehung des

des Windes von SW. nach NW. oder N. bewirkt werden. Diese sind die häufigsten, und geschehen in der Regel mit steigendem Barometer. (S. 200.) Unter zwei und zwanzig beobachteten Fällen sind achtzehn mit steigendem, vier mit fallendem Barometer, aber gerade bei zwei von diesen letzteren trat ein dauernder Nordstrom ein, während unter jenen achtzehn sich sechs befanden, in denen der Wind bald wieder nach S. zurückkehrte; so dafs wenigstens das bei Regen mit eintretendem Nordstrom fallende Barometer kein *sicheres* Zeichen einer baldigen Rückkehr des Windes nach S. ist. — Durch die Rückspringe des Windes von NW. nach SW. wird hingegen nur selten ein Niederschlag bewirkt; ich finde nur fünf Fälle der Art angemerkt. Vergl. unten §. 13.

§. 9. Im Winter verwandelt sich leicht auf der Westseite der Regen in *Schnee*. (S. 205.) Diefs ist der gewöhnliche Anfang des Schneiens; von dreizehn beobachteten Schneefällen gehören acht hieher. Als Ausnahme ist hier nur der Schneefall vom 23. Nov. anzuführen: nachdem am 22. Abends der Himmel mit WSW. heiter geworden (Temperatur -2^{0}) kam am 23. mit S.-Wind Schnee, bei einer Temperatur von -1^{0}.

§. 10. Die Niederschläge *auf der Ostseite* sind wenigstens in dem vorliegenden Zeitabschnitte ungemein selten gewesen; ich finde nur ein Beispiel, wo die Drehung des Windes von NO. nach S. Regen brachte; vergl. unten §. 13. In drei Fällen bewirkte ein Rücksprung des Windes von S. nach NO. einen Niederschlag, der am 17. Nov. und 6. März als Schnee, am 18. Mai als Regen erschien.

§. 11. Von einer *dauernden Aufheiterung bei herrschendem nördlichen Strom* sind in dem vorliegenden Zeitraum nur sehr wenig Fälle vorgekommen. Ich finde überhaupt nur zwölf, in denen der Nordstrom heiteren Himmel brachte (damit hängt auch der gelinde Winter zum Theil zusammen), und unter diesen nur zwei, wo

er als N. oder NO. länger wehte, nämlich vom 2. bis 11. Mai und vom 8. bis 14. Sept.; in allen andern Fällen war er nicht dauernd. Die Zahl aller heiteren Tage bei N. oder NO. beträgt 21. — Dagegen ist das eigentlich schlechte Wetter, d. h. ein *anhaltender kalter Regen* oder im Winter Schnee, in der Regel die Folge eines anhaltenden NW., NNW. oder N. gewesen; zwölf Fälle der Art sind vorgekommen, einer von 2 Tagen, sieben von 3 Tagen, einer von 4 Tagen, einer von 5 Tagen, zwei von 6 Tagen; Summe der Tage 44; zwei von diesen Fällen im Nov. und Jan. brachten vielen Schnee.

§. 12. *Die zweite Klasse der Niederschläge* sind die von Dove sogenannten *Niederschläge des Stroms*, d. h. diejenigen, welche durch Abkühlung des in nördlichen Breiten eindringenden südlichen Stroms entstehen. (S. 196.) »Es sind diefs jene anhaltenden Regen mit fortwährendem Schwanken der Windfahne zwischen SSW. und WSW., die Erscheinung, welche man eigentlich schlechtes Wetter nennt, welches uns durch seine Consequenz endlich zur Verzweiflung bringt.« (S. 197.) Bei einer genauen Durchsicht der Beobachtungstabellen finde ich doch nur zwölf Fälle, in denen mit SW. Regenwetter gekommen ist, und unter diesen nur *einen*, in dem es zwei Tage anhielt; in allen andern Fällen dauerte der Regen bei S. oder SW. kaum *einen* Tag. In sechs Beispielen wehte an den Tagen vor und nach dem Südwind N.; in vier anderen war der Stand des Windes an den drei Tagen: SW., SW. Regen, N.; in einem Fall: N., SW. Regen, SW. heiter; so scheint es, man erklärt auch diese eilf Fälle besser durch Vermischung der Winde, und es bleibt nur ein Fall übrig, in welchem ein heiterer SW. durch einen Regentag mit SW. unterbrochen wurde, welcher also als ein Niederschlag des Stroms anzusehen wäre. Aber von einem anhaltend schlechten Wetter bei Fortdauer des südlichen Stroms, wiewohl es sonst an

schlechtem Werter nicht gefehlt hat, finde ich auch nicht *ein* Beispiel. Ich zweifle gar nicht daran, dafs in andern Jahren auch davon Beispiele vorkommen können, aber ich glaube doch im Folgenden zeigen zu können, dafs Dove dem südlichen Strom etwas Unrecht gethan und eine Eigenschaft desselben übersehen hat (wenigstens finde ich sie nirgends angemerkt), welche ihn gar oft zum Trost bei schlechtem Wetter macht.

§. 13. *Aufheiterung durch den südlichen Strom.* Es ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dafs man bei trübem Himmel und wehendem N. auf einmal das Gewölk dünner werden und endlich verschwinden sieht; der Wind dreht sich dabei entweder rechtläufig über O. nach S., oder er springt über W. nach SW. zurück. Häufig erfolgt die völlige Aufheiterung erst, nachdem die Fahne sich bereits gedreht hat; aber oft geht sie auch dem Drehen der Fahne voraus, indem der in der Höhe bereits eingetretene Südstrom dort die Wolken auflöst, was man an der Richtung der Wolkenstreifen und der am Südhimmel anfangenden Aufheiterung leicht erkennt, und der südliche Wind fängt erst an unten zu wehen, nachdem er in der Wolkenregion bereits sein Werk vollbracht hat. Ich finde zehn Fälle angemerkt, wo bei der regelmäfsigen Drehung des Windes über O. nach S. Aufheiterung erfolgte, gegen den *einen* §. 10 angeführten, in dem sie Regen brachte, so dafs die Aufheiterung hier Regel zu seyn scheint, woraus sich die auch von Dove (S. 198 oben) bemerkte Seltenheit der Niederschläge auf dieser Seite erklärt. Und unter den 41 beobachteten Rücksprüngen des Windes auf der Westseite (s. §§. 4, 2) brachten 20, also die Hälfte derselben, Aufheiterung; darunter sind viele mit fallendem Barometer; und da auch die regelmäfsigen Drehungen zum Theil mit fallendem Barometer eintraten, ist in allen diesen Fällen das Barometer zwar sehr richtig nach dem Wind, aber nach

der Ansicht, welche nur bei steigendem Barometer schönes Wetter erwartet, falsch gegangen.

Und bei länger anhaltendem und oft sehr heftigem SW. haben wir in dem vorliegenden Abschnitt die meisten heiteren und warmen Tage gehabt; es giebt drei Beispiele von zweitägigem heiteren SW., vier von 3 Tagen, fünf von 4 Tagen, zwei von 6 Tagen, eins von 10 Tagen (in denen nur zwei Mal kurze Regenschauer vorkamen); also funfzehn Beispiele mit 60 heiteren Tagen.

Die Erklärung dieser Erscheinung scheint mir auch nicht so fern zu liegen. So einleuchtend auch die von Dove gegebene Erklärung für die Niederschläge des Stroms ist, so ist es doch eben so denkbar, daſs, wenn eine warme, aber verhältniſsmäſsig trockne Luft von Süden in nördliche Breiten eindringt, trotz der dadurch bewirkten Temperaturerniedrigung dennoch kein Wasserdampf aus ihr niedergeschlagen wird, sondern sie immer noch warm und trocken genug bleibt, um bereits sichtbar niedergeschlagenen Dampf wieder aufzulösen, und dadurch heiteres Wetter zu bringen und zu erhalten; und daſs dieſs in der That oft der Fall ist, geht aus den angeführten Beobachtungen mit Sicherheit hervor.

§. 14. Endlich muſs ich noch auf die nicht fehlenden *Ausnahmen* aufmerksam machen, da *das heitere Wetter sich erhält, trotz der Drehung des Windes aus dem südlichen Strom in den nördlichen und umgekehrt.* Es kommen davon an einzelnen Tagen bisweilen Beispiele vor, jedoch sind sie selten (ich finde nur drei angemerkt); aber besonders zeigt sich diese Erscheinung bei länger dauernden heiteren Perioden, von denen ich hier einige merkwürdige Beispiele genauer angeben will.

23. März. S. heiter. Rücksprung bis NO., dann O. — 24. 25. O. — 26. OSO. — 27. 28. O. — 29. Drehung über S. W. nach N. — 30. Rücksprung nach SW. — 31. 1. 2. Apr. SW. (Nachts Regen mit W. dann NW.). Dauer 13 Tage.

15. Apr. Aufheiterung mit N. — 16. NW. Rücksprung nach SW. S. — 17. S. — 18. W. N. — 19. NW. N. — 20. W. S. SW. — 21. SW. W. Gewitter; dann Regen mit NW. Dauer 6 Tage.

10. Aug. Aufheiterung mit NNW. — 11. NNW. Drehung über O. S. nach SW. — 12. SW. Rückdrehung nach O. — 13. O. — 14. SO. — 15. SO. O. NO. — 16. 17. N. (zwei Regenschauer). — 18. N. O. — 19. SO. — 20. S. — 21. SW. — 22. SW. S. — 23. S. — 24. SW. Wolkenbänke am W.-Himmel. — (25. Regen mit NNW., Rückkehr nach S.) — 26. SO. — 27. O. — 28. SO. — 29. S. SW. Trübung mit NW. Dauer 20 Tage; die längste Periode von schönem Wetter in der ganzen Zeit.

Ueber solche Perioden eines bei jedem Wind dauernden heiteren Wetters würde wahrscheinlich das Hygrometer einigen Aufschlufs geben, und zeigen, dafs die Luft so trocken war, dafs eine Temperaturerniedrigung, wenn sie nicht sehr bedeutend wurde, keinen Niederschlag bewirken konnte. Das Barometer ist in allen Fällen der Veränderung des Windes ziemlich regelmäfsig gefolgt.

§. 15. Von *Gewittern* finden sich in den Beobachtungen, da der ziemlich gewitterreiche Monat Juli darin fehlt, nur neun Beispiele, welche aber die von Dove (S. 229 bis 231) aufgestellten Gesetze gut bestätigen. Vier Mal war der Gang des Wetters so: SW. und fallendes Barometer; Gewitter mit NW.; nach dem Gewitter zwei Mal Rückkehr des Windes nach SW., aber dann Drehung nach NW., Abkühlung und mehr Regen; das Barometer steigt. Auch ein fünfter Fall gehört hieher, wo bei herrschendem NW. der Wind sich nach SW. drehte, aber bald mit einem Gewitter aus NW. wieder zurückkehrte. Hier blieb das Barometer den ganzen Tag stille stehen. Ein sechster Fall gehört der fortgehenden Drehung an: nachdem am 28. Mai der Wind

sich mit einem Gewitter von SW. nach NW. gedreht hatte, kam am 30., nachdem der bis N. gegangene Wind nach NW. zurückgekehrt war, ein Gewitter aus NW. und der Wind ging wieder nach N. Das Barometer war steigend. — In den drei übrigen Fällen kam das Gewitter bei herrschendem N. durch einen bei fallendem Barometer schnell einbrechenden S., worauf der Wind wieder nach N. zurückkehrte.

IX. *Nordlichtartige Wolkenbildung.*

Am 24. Juni d. J., Abends gegen 8½ Uhr, sahen die HH. Arago und Laugier, zu Paris, an der Südseite des fast ganz bedeckten Himmels, über einer fast gleichförmigen Wolkenbank, einen scheinbar kreisrunden Bogen, dunkel, regelmäfsig und sehr ausgedehnt, doch nach beiden Seiten hin den Horizont nicht erreichend. Dieser Bogen ward immer schwärzer und immer schärfer. Am inneren Saume dieses Bogens, aber nicht auf seiner ganzen Erstreckung, bildete sich bald ein weifslicher Bogen. Ueber und unter diesem Phänomen schienen die Wolken in einer sonderbaren Aufregung zu seyn. Diese beiden, immer zusammenbleibenden Bogen erhoben sich langsam vom Horizont. Um 9 Uhr erreichten sie das Zenith, nachdem sie bedeutend schwächer geworden. Endlich verschwanden sie. Der Scheitelpunkt des Bogens lag, wie es schien, in einer Verticalebene, die, nach Osten, etwa 20 Grad mit dem Meridian bildete. Ungeachtet dieses magnetischen Charakters konnte Hr. L., als er das Declinatorium von Minute zu Minute beobachtete, nicht die mindeste Störung wahrnehmen. Der Bogen zeigte an verschiedenen Punkten Spuren von Polarisation, die offenbar nicht vom Mondlicht herrührten; ob von der Dämmerung, ist fraglich. (*Compt. rend. T. XVIII p.* 1168.)

X. *Beobachtungen über die Intensitäten der Winde; von A. Graeger.*

Die Beobachtungen über die Richtung der Winde in ihrem Einflusse auf den Zustand und die Beschaffenheit der Atmosphäre haben uns in den Stand gesetzt den Zusammenhang und die Wechselwirkung vieler Vorgänge zu begreifen, die uns ohne sie noch lange dunkel geblieben seyn würden. Dennoch entbehren wir für die Beurtheilung dieser Erscheinungen eines der wichtigsten Momente, so lange wir nicht auch die absolute Stärke der Winde angeben können, so lange uns hierüber umfassende Messungen fehlen. Soviel man sich bis jetzt auch bemüht hat diese Lücke auszufüllen, so ist man doch noch keineswegs zu befriedigenden Resultaten gelangt, indem diese Beobachtungen Schwierigkeiten ganz eigener Art darbieten. Jeder, der es selbst versucht hat mit den verschiedenen in Vorschlag gebrachten Instrumenten die Intensitäten zu messen, kennt diese Schwierigkeiten, unter denen die nicht die kleinste ist, dafs man sich in der Regel, und oft auf eine längere Zeit, einer rauhen Atmosphäre preis geben mufs. Wo es daher die Oertlichkeit gestattet, — und sie findet sich gewifs häufiger, als sie benutzt wird, — ist die von Valz angegebene, und in Kaemtz Lehrbuch der Meteorologie genauer beschriebene Vorrichtung zu empfehlen, indem sich hierbei der Beobachter den nöthigen Schutz gegen die Witterung bereiten kann, und sie aufserdem noch den besonderen Vortheil darbietet, dafs man durch sie stets die wahre Richtung des Windes erfährt.

Die Geschwindigkeit einer bewegten Luftmasse läfst sich leicht aus dem Drucke, den sie auf eine Fläche hervorbringt, nach der von J. C. E. Schmidt mitgetheil-

ten Formel berechnen. Sollten aber auch ihre Ergebnisse nicht überall streng mit der Erfahrung übereinstimmen, so ist dieses, wenn sie immer auf dieselbe Art des Instrumentes angewandt wird, auf eine allgemeine Vergleichbarkeit ohne allen Einflufs. Nach dieser Formel ist, wenn U die Geschwindigkeit der bewegten Luftmasse, g die eines frei fallenden Körpers am Ende der ersten Secunde, d das specifische Gewicht des Quecksilbers gegen atmosphärische Luft, und h den mittleren Barometerstand des Beobachtungsortes bezeichnet:

$$U = \sqrt{2gdh\left(\frac{p-p'}{p}\right)}$$

$\frac{p-p'}{p}$ ist die durch Messung zu bestimmende Gröfse; das Product $\sqrt{2gdh}$ kann man als ein constantes betrachten, es ist die Geschwindigkeit einer Luftmasse von $0°,0$ unter dem mittleren Druck der Atmosphäre $=760^{mm},0$, die sich in einen leeren Raum ergiefst. Die Formel nimmt hiernach eine einfachere Gestalt an, und

$$U = 1215\sqrt{\frac{p-p'}{p}}$$

Es leuchtet ein dafs je kleiner p' wird, um so gröfser die Geschwindigkeiten werden müssen, und könnte p'' je gleich Null werden, so würde ein Wind von 1215 Geschwindigkeit in der Secunde entstehen. Am Schlusse dieses Aufsatzes habe ich zwei Tafeln, die die Werthe der verschiedenen $\sqrt{\frac{p-p'}{p}}$ berechnet enthalten, mitgetheilt, von denen die eine die Geschwindigkeiten in Pariser Fufs, die andere in Metern angiebt, je nachdem man sich beim Messen des bürgerlichen oder des Grammengewichts bedient hat; die erstere gilt für die einen halben Pariser Quadratfufs, die zweite für die ein Zehntel Quadratmeter grofse Oberfläche einer Fahne.

1) Die täglichen Veränderungen der Intensitäten.

So viel als möglich wurden immer die Maxima der Windstöfse gemessen, und zwar deshalb, weil nur diese Methode eine consequente Durchführung erlaubte; denn während der heftigsten Stürme treten oft Momente absoluter Ruhe, und zwischen diesen und den Maximis liegen alle möglichen Werthe. Ich habe oft den Versuch gemacht, die von der Ruhe bis zum Maximum allmälig stattfindende Zunahme zu bestimmen; ich konnte jedoch zu keinem Resultate gelangen, indem diese Zunahme in dem einen Falle stofsweise, in einem aber durch einen stetig zunehmenden Druck stattfand. Die Windfahne wurde täglich zwei Mal, Morgens um 9^h und Mittags um 1^h beobachtet, und sind hierbei sechszehn Winde unterschieden. Die folgende Tafel enthält die auf diese Weise gefundenen Gröfsen.

	1842.		1843.		Mittel aus den beiden Jahren.		Mittel.			
	9^h.	1^h.	9^h.	1^h.	9^h.	1^h.	$\frac{9+1}{2}$	Quartal.	9^h.	1^h.
Dec.	13,41	14,33	10,63	13,36	12,02	13,83	12,92		10,52	12,50
Jan.	6,08	5,28	16,45	23,03	11,26	14,15	12,70	Differenz	2,0	
Febr.	3,93	6,89	10,57	11,30	7,25	9,10	8,18	Winter	11'27	
März	16,20	17,86	11,60	19,16	13,90	18,50	16,20		13,60	17,70
April	13,00	14,10	15,66	20,00	14,33	17,05	15,80	Differenz	4,1	
Mai	13,60	19,40	11,56	15,66	12,58	17,53	15,05	Frühling	15,68	
Juni	14,25	19,00	11,68	16,12	12,96	17,56	15,26		11,22	15,92
Juli	12,47	15,30	15,00	18,30	13,74	17,80	15,77	Differenz	4,7	
Aug.	5,85	11,22	8,04	13,60	6,95	12,40	9,67	Sommer	13,56	
Sept.	12,42	14,54	8,94	16,27	10,68	15,40	13,04		11,28	15,51
Oct.	12,50	16,60	15,57	18,10	14,04	17,35	15,70	Differenz	4,2	
Nov.	10,66	12,33	7,66	15,20	9,13	13,78	11,45	Herbst	13,40	
Jahr	11,20	13,90	11,78	16,92	11,50	15,41	13,45			

So viel geht nun wohl mit aller Bestimmtheit aus diesen Beobachtungen hervor, dafs die Geschwindigkeiten am Mittage gröfser sind, als am Morgen, denn unter den Mitteln von 24 Monaten macht nur ein Mal der Januar hiervon eine Ausnahme. Ob dieselben nach dem

Abende hin, wie es die Beobachtungen von Harris ergeben haben, wieder abnehmen, habe ich der fehlenden Abendbeobachtungen wegen nicht ermitteln können. Wenn man bei diesen Vorgängen auch dem Verlaufe der Tageswärme einen grofsen Einflufs zuschreiben mufs, so wird man doch auch den Gang des Barometers hierbei nicht übersehen dürfen. Von ihm läfst sich nachweisen, dafs er begünstigend auf die Erzeugung gröfserer Intensität am Mittage wirken müsse. Um diese Zeit steht nämlich das Barometer am Beobachtungsorte unter dem Mittel; nach östlichen sowohl, wie auch nach westlichen Gegenden hin sind aber alsdann für dasselbe Maxima eingetreten; je nachdem nun Polar- oder Aequatorialströmungen herrschend sind, wird auch zu dieser Zeit ein vermehrter Zuflufs der Luftmassen von Osten oder von Westen her stattfinden. Das Gegentheil mufs aber der Fall seyn, wenn am Beobachtungsorte barometrische Maxima eingetreten sind.

Diese Beobachtungen zeigen aufserdem noch, dafs die Unterschiede der Intensitäten zwischen Morgen und Mittag im Sommer gröfser sind, als im Winter, was gleichfalls für eine Abhängigkeit des Phänomens von der Tageswärme zu sprechen scheint, deren Differenzen im Sommer ebenfalls gröfser sind, als im Winter. Man würde jedoch rücksichtlich dieser Frage wahrscheinlich zu entscheidenderen Resultaten gelangt seyn, wenn die Morgenbeobachtung immer zur Zeit des Eintritts der mittleren Tageswärme gemacht wäre, welcher Zeitpunkt, wie bekannt, nach den Jahreszeiten wechselt.

Die Geschwindigkeiten sind in allen Monaten so ziemlich sich gleich, ein Resultat, das man kaum hätte erwarten sollen; es zeigen sich zwar unter einigen Monaten grofse Verschiedenheiten, doch ohne eigentliche Gegensätze zu bilden, durch welche Perioden charakterisirt werden. Wir müssen sie daher so lange als zufällige Erscheinungen betrachten, als sie sich in einem gröfseren

Zeitverlaufe nicht constant zeigen. Der August erscheint übrigens durch besondere Windstille in beiden Jahren ausgezeichnet.

Anders verhalten sich jedoch die Geschwindigkeiten, wenn man sie nach den Jahreszeiten combinirt. Hier behauptet der Frühling das Uebergewicht, wogegen auch ältere Erfahrungen nicht sprechen. — Schliefslich mag hier noch bemerkt seyn, dafs das bis jetzt beobachtete Maximum 50′ bis 55′ P. für die Secunde betrug, und in allen Jahreszeiten wahrgenommen wurde.

2) Die Intensitäten in der Windrose.

Es schien mir von ganz besonderem Interesse die Intensitäten der verschiedenen Winde zu untersuchen, weil uns hierüber fast noch alle Angaben fehlen, und wir auf das beschränkt sind, was wir aus den Verhältnifszahlen der Winde abgeleitet haben. Die Resultate, zu denen ich hierbei gelangt bin, haben mich nicht so sehr durch ihre Neuheit, als vielmehr durch die Gesetzmäfsigkeit des Ganges, den sie schon nach einer so kurzen Beobachtungszeit offenbaren, überrascht. Es liegt darin der Beweis für die Beständigkeit der diese Erscheinungen bedingenden Ursachen. Dafs diese Werthe trotz dem noch mit Fehlern der Beobachtung behaftet seyn würden, liefs sich nicht anders erwarten; um dieselben zu entfernen habe ich jene nach der Formel für periodische Erscheinungen berechnet, und in der nächstfolgenden Tafel mitgetheilt; es sind die Mittel aus zwei Jahren, nach den Jahreszeiten zusammengestellt.

	Winter.			Frühling		
	Anzahl.	Berechn.	Unterschied.	Anzhl.	Berechn	Untersch.
N.	49	3,33	—1,07	44	8,80	+1,30
NNO.	6	4,55	+0,45	18	11,00	2,75
NO.	34	6,14	+0,24	38	14,47	—2,24
ONO.	27	6,80	+0,20	47	16,97	—4,83
O.	33	6,54	+0,44	62	17,30	+5,80
OSO.	34	5,75	+0,15	79	15,25	—2,10
SO.	106	6,00	0,0	114	12,63	+1,63
SSO.	70	7,87	1,07	73	11,35	0,80
S.	72	11,34	1,80	38	12,74	—0,54
SSW.	103	15,20	—2,80	67	16,10	+5,10
SW.	230	17,78	—2,20	105	20,03	+4,64
WSW.	30	17,70	+4,00	59	22,20	+1,60
W.	52	15,02	+2,60	65	21,36	—1,14
WNW.	64	10,70	—6,70	54	17,50	—4,74
NW.	40	6,00	+2,90	67	12,78	+2,28
NNW.	50	3,70	+0,40	70	9,35	—1,36
	1000	9,06	$E = 1,58$	1000	14,97	$E = 2,12$

Jahr.

	Anzahl	Ber.	Untersch		Anzahl	Ber.	Untersch.
N.	60	9,87	+2,87	S.	80	13,13	+0,58
NNO.	20	11,28	0,63	SSW.	115	15,82	—0,56
NO.	35	12,73	0,43	SW.	224	18,04	+0,70
ONO.	43	13,47	0,57	WSW.	82	18,63	2,14
O.	54	12,98	3,43	W.	79	17,10	2,16
OSO.	63	11,88	—0,87	WNW.	98	14,10	—3,83
SO.	139	10,80	+1,55	NW.	98	11,41	+1,41
SSO.	81	11,12	1,05	NNW.	89	9,86	—0,64
	495				1000	13,30	$E = 1,27$

Wenn auch die Beobachtungsfehler hin und wieder noch bedeutend sind, so ist dennoch die Periodicität der Erscheinung nicht zu verkennen. Der mittlere zu befürchtende Fehler erreicht nur ein Mal für den Frühling die Gröfse von 2′,12, während er für das Jahr nur 1,27 beträgt. Die Curve hat zwei Maxima, von denen das eine auf der Ostseite, das andere auf der Westseite der

Sommer.			Herbst.		
Anzahl.	Berechn.	Unterschied.	Anzahl.	Berechn.	Unterschied.
34	11,00	—0,68	52	8,54	+2,44
20	10,72	—0,78	15	9,72	—1,88
14	10,96	—3,04	18	11,13	—1,87
25	10,96	+0,74	27	12,16	+2,16
28	10,45	+3,15	36	12,55	+1,35
36	9,64	2,61	33	12,37	—2,00
84	9,13	—1,14	106	12,70	+3,00
39	9,96	+1,15	58	13,40	+0,90
64	13,54	+4,68	61	14,64	—5,36
54	13,38	—2,70	118	16,16	+0,16
122	15,60	+0,10	206	16,50	—0,30
87	16,90	+0,03	64	15,80	+1,50
64	16,80	+3,50	52	14,00	+4,00
115	15,46	—1,50	55	11,50	—5,00
114	11,10	—1,10	64	9,42	+0,02
100	11,27	—3,44	35	8,34	+0,74
1000	12,30	E=1,52	1000	12,44	E=1,73

Windrose liegt. In ihnen erscheint die Polar- und Aequatorialströmung. Wie die Beobachtungen zeigen, wechselt ihre Lage nach den Jahreszeiten; ich habe dieselbe aus den Differentialgleichungen berechnet, und für

	Ostseite.	Westseite.
den Winter	N. 85° 38′ O.	S. 44° 47′ W.
- Frühling	N. 84 17 O.	S. 73 5 W.
- Sommer	N. 89 30 O.	S. 61 4 W.
- Herbst	N. 62 21 O.	S. 37 36 W.
das Jahr	N. 75 30 O.	S. 62 W.

gefunden. Der Polarstrom hat hiernach eine ziemlich constante Richtung, und erscheint stets nahe als reiner Ostwind; nur im Herbste wendet er sich rasch und entschieden nach Norden. Der Aequatorialstrom dagegen zeigt eine veränderlichere Richtung; diese ist im Herbste und Winter am südlichsten, wogegen sie im Sommer mehr nach W. rückt. Im jährlichen Durchschnitte aber liegen

sich die beiden Strömungen nahe einander gegenüber, da ein Unterschied von 7,5 Grad hierbei ganz übersehen werden kann. Wenn nun diese Maxima wirklich die entgegengesetzten Strömungen repräsentiren, so wird man bei ihnen auch die barometrischen Extreme, also auf der Ostseite das barometrische Maximum, auf der Westseite dagegen das barometrische Minimum zu suchen haben. Für die einzelnen Jahreszeiten konnte ein solcher Vergleich nicht wohl vorgenommen werden, weil die barometrische Windrose derselben noch zu grofse Unregelmäfsigkeiten zeigte, mit einer solchen aus anderen Jahren aber mir derselbe nicht statthaft erschien; dagegen war die Jahrescurve schon ziemlich regelmäfsig, und in dieser habe ich die Lage der barometrischen Extreme aufgesucht. Das Maximum fällt hiernach auf N. 68° O., das Minimum dagegen auf S. 40° W. Die Uebereinstimmung ist auf der Ostseite bei weitem gröfser, als auf der Westseite, indem die Abweichung bei ersterer 7° 30′, bei der anderen aber 22° beträgt, wobei man nicht übersehen darf, dafs sie auf beiden Seiten in demselben Sinne sich geltend macht, d. h. das Barometer zeigt in beiden Fällen den Eintritt der Strömungen früher an, als die Windfahne. Diefs ist aber ganz dasselbe Resultat, zu dem auch Redfield (dies. Annalen, 1841, Bd. I S. 27) auf dem Wege der Speculation gelangt ist. Also auch hier zeigt sich, — wenn es irgend noch eines Beweises bedürfte, — der innige Zusammenhang der Bewegungen des Barometers mit denen der Windfahne.

Ich mufs hier noch eines eigenthümlichen Umstandes erwähnen. Die Formeln geben nämlich in allen Jahreszeiten die Intensitäten für W. oder WNW., und für O. oder OSO. zu gering an. Diese Abweichungen sind so bedeutend, dafs man sie nicht wohl auf Rechnung von Beobachtungsfehlern setzen kann; auch frühere von mir in diesen Annalen mitgetheilte Beobachtungen zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, wo dasselbe in der

unverhältnifsmäfsig grofsen Anzahl dieser Winde zum Vorschein kommt. Einem, der zur Beobachtung benutzten Fahne anhaftenden Fehler kann man es nicht zuschreiben, da die früheren Beobachtungen an einer anderen Fahne gemacht wurden. Man mufs also annehmen, dafs die Erscheinung in andern allgemeinen Localverhältnissen ihren Grund habe. So viel ich mich auch bestrebt habe einen solchen aufzufinden, so mufs ich doch gestehen, dafs mir dieses bis jetzt noch nicht gelungen ist. Das Thal der Unstrut fällt zwar östlich von der Stadt mit dieser Richtung fast zusammen; allein es ist so wenig ausgezeichnet und so wenig scharf begränzt, dafs man ihm schwerlich allein die Ursache wird beimessen können.

3) Die Barometerdifferenzen in der Windrose.

Unter Barometerdifferenzen verstehe ich die Unterschiede der Barometerstände gleicher Stunden und aufeinanderfolgender Tage.

Dafs die Intensitäten der Winde mit den Bewegungen des Barometers auf's engste verknüpft sind, ist eine so alte und bekannte Erfahrung, dafs man selbst auf der Skale der gewöhnlichen Wettergläser tiefe Barometerstände mit »*Sturm*« bezeichnet findet; auch hat Dove (a. a. O.) nachgewiesen, dafs einem plötzlichen und starken Fallen des Barometers fast immer Stürme folgen. Es war noch die Frage: ob nicht alle Schwankungen des Barometers auf entsprechende Bewegungen der Atmosphäre schliefsen liefsen, und ob nicht die, den verschiedenen Winden zugehörigen, Differenzen des Barometers, wie wir es bei den Intensitäten gefunden haben, einen periodischen Verlauf zeigen. In der nachstehenden Tabelle finden sich die aus einer solchen Vergleichung hervorgegangenen Gröfsen nach dem Mittel aus zwei Jahren zusammengestellt:

Jahr.

	Beob.	Ber.	Untersch.		Beob.	Ber.	Untersch.
N.	3,30	2,81	—0,29	S.	2,96	3,69	+0,73
NNO.	3,25	3,00	—0,25	SSW.	3,78	4,04	+0,26
NO.	3,39	3,12	—0,27	SW.	4,41	4,16	—0,27
ONO.	2,79	3,12	+0,43	WSW.	3,84	3,99	+0,15
O.	2,65	3,02	+0,37	W.	3,90	3,60	—0,30
OSO.	2,70	2,99	+0,29	WNW.	3,55	3,14	—0,41
SO.	3,24	3,03	—0,21	NW.	2,73	2,81	+0,10
SSO.	3,04	3,31	+0,27	NNW.	2,94	2,71	—0,23
						3,28	

Die Curve ist sehr flach, nichts destoweniger gewahrt man ganz deutlich, dafs auch in ihr zwei Maxima vorhanden sind.

Die Regelmäfsigkeit ist in den Werthen der einzelnen Jahreszeiten nicht geringer; ich habe jedoch deren Mittheilung unterlassen, um diesen Gegenstand nicht über die Gebühr auszudehnen. Vergleicht man hiermit den Gang der Intensitäten in der Windrose, so findet man zwischen beiden eine merkwürdige Uebereinstimmung. Namentlich ist es die Lage der Extreme, die auch hier wieder unsere Aufmerksamkeit zunächst in Anspruch nehmen mufs. Wir finden das Maximum der Differenzen auf der Ostseite bei N. 62° 23′ O., auf der Westseite bei S. 28° W.; sie fallen also sehr nahe mit den barometrischen Extremen zusammen, gehen also wie diese den Intensitätsmaximis voraus. Die Minima waren naturgemäfs bei den mittleren Barometerständen zu vermuthen, ich habe daher die Lage dieser letzteren aufgesucht, und sie für die Ostseite bei S. 14° O., für die Westseite bei N. 30° W. gefunden. Die Minima der Differenzen fallen aber bei S. 62° O. und N. 28° W. für letzteres ist die Uebereinstimmung hinreichend genau, um jene Vermuthung zu bestätigen; nur wenn auf der Ostseite jetzt noch gröfsere Abweichungen bemerkbar sind, so darf man sich darüber nicht zu sehr wundern, in-

indem aus einer verhältnifsmäfsig nur kurzen Zeit Beobachtungen vorliegen.

4) Die mittlere Windesrichtung.

Die Wirkung, welche eine bewegte Luftmasse hervorbringt, ist ihrer Geschwindigkeit proportional, sie ist aber aufserdem noch abhängig von ihrer Masse. Nimmt man nun die Zahl eines Windes für seine Masse, so ist der Totaleffect, den er während einer Zeit hervorgebracht hat, gleich dem Producte seiner Masse in seine Geschwindigkeit. Wenn aber auf diese Weise sich die Componirenden geändert haben, so wird auch die Resultirende eine andere geworden seyn.

Behandelt man die so erhaltenen Werthe nach der Lambert'schen Formel, so erhält man zur Bestimmung der mittleren Windesrichtung in den vorliegenden beiden Jahren:

$$tang\,\varphi = \frac{-5278,5}{-4884,5} = \text{S. } 47^{\circ}\ 13'\ \text{W.}$$

Die Wirkung aber, die die Winde hervorgebracht haben würden, wenn sie alle zu gleicher Zeit geherrscht hätten, ist:

$$\sqrt{(5278,5)^2 + (4884,5)^2} = 7192.$$

Da nun während dieser Zeit 1359 Beobachtungen gemacht wurden, so folgt daraus, dafs, wenn täglich alle Winde geweht hätten, eine mittlere Geschwindigkeit von 5',3 entstanden wäre. Wenn aber ein Wind von der, der Richtung S. 47° 13' W. zukommenden, Geschwindigkeit =16,5 diese Wirkung (7192) hätte hervorbringen sollen, so würde er während eines Jahres 109 Tage, ein solcher aber von der allgemeinen mittleren Geschwindigkeit =13',47, 136 Tage geweht haben müssen. Um Wiederholungen zu vermeiden habe ich in der folgenden kleinen Tabelle die auf solche Weise auch für die einzelnen Jahreszeiten ermittelten Verhältnisse zusammengestellt.

	Mittlere Richtung.	Tägliche mittlere Geschwindigkeit.	Anzahl der Tage mit der Geschwindigkeit der Richtung.	Anzahl der Tage mit der mittleren Geschwindigkeit.
Winter	S. 40° 25' W.	7',4	30,5	46,0
Frühling	S. 17 21 W.	4,0	22,0	26,0
Sommer	N. 69 30 W.	6,2	36,0	41,0
Herbst	S. 32 15 W.	6,6	33,0	40,5
Jahr	S. 47° 13' W.	5',3	109,0	136,0

Die beiden letzten Columnen für die Jahreszeiten sind auf 91 Tage berechnet. Es könnte auf den ersten Anblick befremden, dafs die mittlere Geschwindigkeit im Frühlinge, wenn täglich alle Winde gleichzeitig geweht hätten, am kleinsten sich darstellt, da wir doch aus Erfahrung wissen, dafs gerade diese Jahreszeit durch häufige Stürme ausgezeichnet ist. Allein dieser Widerspruch löst sich, wenn man erwägt, dafs im Frühlinge die Winde die wenigste Beständigkeit zeigen, dafs also unter obiger Voraussetzung ein grofser Theil der Kräfte sich gegenseitig compensiren mufste. Dafs aber in der That der Totaleffect im Frühjahr am gröfsten ist, haben wir schon oben gesehen.

Diese Betrachtungen haben, so lange sie vereinzelt dastehen, noch keinen besonderen Werth; allein man darf hoffen, dafs sich die Zahl der Beobachter mehre, wodurch man in den Stand gesetzt werden wird, Vergleiche vorzunehmen, die allgemeinere Resultate erwarten lassen, und entscheiden werden, wie vorstehende Mittheilungen zu beurtheilen sind.

Tafeln für die Geschwindigkeiten der Winde nach dem erforderlichen Gewichte.

A. Für bürgerliches Gewicht und Quecksilberhöhen in Pariser Linien für ½ Quadratfuſs.

Gewicht.	$p-p'$ in Pariser Linien.	Geschwindigkeit in Par. Fuſs.	Gewicht.	$p-p'$ in Pariser Linien.	Geschwindigkeit in Par. Fuſs.
1 Drachmen	0,0023	3,2	13 Unzen	0,2391	32,4
2 -	0,0046	4,5	14 -	0,2585	33,7
3 -	0,0069	5,5	15 -	0,2769	34,9
4 -	0,0092	6,4	16 -	0,2953	36,0
5 -	0,0115	7,0	18 -	0,3321	38,2
6 -	0,0138	7,7	20 -	0,3689	40,3
7 -	0,0161	8,4	22 -	0,4047	42,2
1 Unze	0,0184	9,0	24 -	0,4415	44,0
2 -	0,0368	12,7	26 -	0,4783	45,8
3 -	0,0552	15,6	28 -	0,5151	47,6
4 -	0,0736	18,0	30 -	0,5519	49,2
5 -	0,0920	20,0	32 -	0,5887	50,9
6 -	0,1104	22,0	36 -	0.6623	53,9
7 -	0,1288	23,8	40 -	0,7358	56,9
8 -	0,1472	25,4	44 -	0,8094	59,6
9 -	0,1656	27,0	48 -	0,8830	62,1
10 -	0,1840	28,4	52 -	0,9566	64,8
11 -	0,2034	29,9	56 -	1,0301	67,3
12 -	0,2208	31,1			

B. Für Grammengewicht und Quecksilberhöhen in Millimetern für 0,1 Quadratmeter.

Gewicht in Grm.	$p-p'$ in Millimeter.	Geschwindigkeit nach Meter.	Gewicht in Grm.	$p-p'$ in Millimeter.	Geschwindigkeit nach Meter.
5,0	0,00368	0,9	80	0,05888	3,5
10,0	0,00736	1,2	100	0,07360	3,9
15,0	0,01104	1,5	120	0,08832	4,3
20,0	0,01472	1,7	140	0,10304	4,6
25,0	0,01840	1,9	160	0,11776	4,9
30	0,02208	2,1	180	0,13248	5,2
40	0,02944	2,5	200	0,14720	5,5
60	0,04416	3,0	250	0,18400	6,1

Gewicht in Grm.	$p-p'$ in Millimeter.	Geschwindigkeit nach Meter.	Gewicht in Grm.	$p-p'$ in Millimeter.	Geschwindigkeit nach Meter.
300	0,2208	6,7	1200	0,8832	13,5
350	0,2576	7,3	1300	0,9568	14,0
400	0,2944	7,8	1400	1,0304	14,5
450	0,3312	8,2	1500	1,1040	15,0
500	0,3680	8,6	1600	1,1776	15,5
600	0,4416	9,5	1700	1,2512	16,0
700	0,5152	10,3	1800	1,3248	16,5
800	0,5888	11,0	1900	1,3984	17,0
900	0,6624	11,7	2000	1,4720	17,4
1000	0,7360	12,3	2500	1,8400	19,4
1100	0,8096	12,9	3000	2,2680	21,4

XI. *Bericht über den Schergin-Schacht zu Jakutsk; von v. Middendorff* [1]).

Unser schleuniger, durch die Jahreszeit gebieterisch bedingter Aufbruch in die Gegend von Udskoi, die viel-

1) Hr. Academiker v. Baer, dem ich diesen interessanten, ursprünglich an die K. Academie zu St. Petersburg gerichteten Bericht verdanke, fügt demselben in dem begleitenden Briefe noch folgende Nachrichten hinzu, die ich mir erlaube hier mitzutheilen.

— „Von Hrn. v. Middendorff ist ein Bericht über seine ersten Beobachtungen im Schachte von *Jakutsk* eingegangen. Da durch diese Beobachtungen nicht nur erwiesen wird, dafs bis an den Grund dieses Schachtes wirklich alle Feuchtigkeit des Bodens gefroren ist, sondern dafs in der Tiefe von 382 Fufs engl. tief eingetriebene Thermometer noch — 2°,4 R. zeigen, so kann man, nach dem jetzt ermittelten Maafse der Temperaturzunahme mit der Tiefe, den Nullpunkt noch ungefähr 200 Fufs tiefer erwarten, als der Boden dieses Schachtes liegt. In der Ueberzeugung, dafs es Ihnen und Ihren Lesern Interesse gewähren wird, hierüber bald in Kenntnifs gesetzt zu werden, übersende ich eine Abschrift dieses Berichtes zum beliebigen Gebrauche für ihre Zeitschrift. Da die Art der gebrauchten Thermometer nicht näher bezeichnet ist, so bemerke ich noch ausdrück-

artigen Vorarbeiten und Vorkehrungen, welche zu dieser Reise unerläfslich waren, dazu noch die Arbeiten der Gegenwart — erlauben mir nicht anders als nur in gedrängtester Kürze über unsere Leistungen im Schergin-schachte Bericht zu erstatten.

Am $\frac{13\text{ten}}{25\text{sten}}$ Febr. Abends langten wir in Jakutsk an, und schon am $\frac{14\text{ten}}{26\text{sten}}$ konnten, Dank den von Hrn. Schergin getroffenen Maafsregeln, die Arbeiten im Schachte begonnen werden.

Nach Aufdeckung desselben ergab sich, dafs in einer Tiefe von kaum einem Faden das Lumen bis auf ein Viertheil durch Eis verstopft war; dieses Eis hatte sich aus Tagewässern allmälig erzeugt, die von der NW.-

lich, obgleich es leicht errathen werden wird, dafs sämmtliche Thermometer, die Hr. v. Middendorff mitgenommen hat, nach der Réaumur'schen Skale graduirt sind, und dafs er in allen Berichten die unmittelbaren Ablesungen mittheilt."

„Aus diesem Berichte beweist sich die Nothwendigkeit einer Revision der Schergin'schen Beobachtungen durch einen wissenschaftlichen Mann. Offenbar hat Schergin seine Thermometer, die überhaupt nur von gewöhnlicher Fabrikarbeit und nicht verglichen waren, nur unmittelbar an die Wände des Schachtes gehalten oder nur sehr wenig eingesenkt".

Da bei *Turuchansk* die Temperatur des Bodens in einer Tiefe wo sie fast constant ist, sich ungefähr 0° gezeigt hat, so wären nun Vergleichungspunkte durch Bohrlöcher von einiger Tiefe, besonders in Ost-Sibirien, von dem gröfsten Interesse. Leider hat aber das Bohren in gefrorenen Boden sich wenigstens für den Bohrer, den Hr. v. Middendorff mitgenommen hat, ungemein schwierig gezeigt, so dafs er bald ganz unbrauchbar geworden ist. Die hiesige Academie wünschte dringend, dafs in *Amginsk*, fast 200 Werst südöstlich von Jakutzk, wo eine russische Kolonie unter Jakuten wohnt, durch gewöhnliche Brunnenarbeit wenigstens 30 Fufs vorgedrungen, und dort durch Hrn. v. Middendorff auf seiner Rückkehr eine Reihe correspondirender Beobachtungen angestellt würde. Leider hat dieser Auftrag den Reisenden nicht mehr in Jakutsk getroffen. Doch läfst sich hoffen, dafs auf irgend eine Weise das dadurch Versäumte wieder eingeholt werden werde, wenn auch nicht ganz mit der Zuverlässigkeit und Umsicht, mit der Hr. von Middendorff verfahren wäre". —

Seite durch die Einfassung gesickert waren. Die Arbeit begann mit dem Wegschaffen dieser Eisbrücke, deren Dicke über 9 Fuſs engl. betrug. Bis zum Boden war nunmehr freie Fahrt; hier aber muſsten abermals fast $\frac{5}{4}$ Kubikfaden Eis hinausgearbeitet werden, bis der Schachtgrund erreicht wurde.

Meine erste Sorge ging nun darauf hinaus, die Seitenöffnungen zu beginnen. Zu diesem Behufe wurde eine bewegliche Diele erbaut, die so ziemlich in das Lumen des Schachtes paſste. Diese wurde an vier, die Ecken tragenden, Tauen, je nach Bedürfniſs, höher oder tiefer befestigt, durch Keile gegen Seitenbewegungen gesichert, und so konnten denn in zwei Eimern an der Radwelle die Arbeiter zur Zeit auf dieser Diele hinabgelassen werden, um in erforderlicher Höhe die Seitenöffnungen zu fördern.

Die Arbeiten zeigten sich anfangs so schwierig, daſs ich erst im nächsten Spätherbste Alles beendigt zu sehen hoffen konnte. Zu meiner gröſsten Freude hat nach und nach die Sache eine beschleunigte Geschwindigkeit angenommen; Arbeitsmethode und Arbeiter paſsten sich den Bedürfnissen an, und ich bin gegenwärtig im Stande der Kaiserl. Academie schon zwei Thermometer-Ablesungen vorlegen zu können.

Es sind in der Tiefe von 382, 350, 300, 250, 200, 150, 100, 50, 20, 15, 7 engl. Fuſs, im Ganzen folglich 11 Seitenöffnungen, jede von $7\frac{1}{2}$ Fuſs Länge, exclusive die Einfassung, in die Wände des Schachtes hineingetrieben worden. Die Richtung derselben wurde möglichst horizontal und als Fortsetzung der Diagonale des Schachtlumens genommen. (Siehe Fig. 20 Taf. II.)

In jeder dieser Oeffnungen liegt eine Latte (Fig. 21 Taf. II) mit zwei eingeschnitzelten Nischen für je eines der Thermometer, deren Kugeln mit Talg umgossen worden waren; die Kugel des einen derselben sitzt auf 7 Fuſs, die des andern auf 1 Fuſs engl. von der Wand

des Schachtes. Jede Seitenöffnung ward sogleich nach ihrer Beendigung (gleich wie auch am Abende jedes Arbeitstages) auf das Bestmöglichste mit Filz verstopft.

Die unterste Seitenöffnung konnte allein vom Schachtgrunde aus bestellt werden; für die übrigen mufste man jedesmal die Diele feststellen, da das Schwanken nicht erlaubte die Ablesung der Thermometer im Eimer vorzunehmen. Freilich verlangte auf diese Weise jede Durchmusterung einen ganzen Tag, allein nur so vermochte sie mit gebührender Genauigkeit verrichtet zu werden.

Nach Vollendung der letzten Seitenöffnung ward der Schacht verdeckt, und erst 34 Stunden darauf, um die erste Thermometer-Ablesung vorzunehmen, wieder eröffnet. Die einzelnen Seitenöffnungen waren aber, wie schon oben bemerkt wurde, abgesehen von dieser allgemeinen Absperrung, nach Maafsgabe ihres Vorrückens, gleich mit Thermometern versehen und durch Filz gegen das Eindringen der Schachtluft geschützt worden; es hatten mithin auf diese Art abgeschlossen gestanden:

Thermometer der Seitenöffnung	Dauer des Verschlusses:
in 382'	23 Tage
- 350	17 -
- 300	13 -
- 250	11 -
- 200	9 -
- 150	7 -
- 100	5 -
- 50	3 -
- 20	2 -
- 15	34 Stunden
- 7	26 Tage.

Die am $\frac{24\text{sten März a. St.}}{6\text{ten April n. St.}}$ vorgenommene und innerhalb des Zeitraumes von 6 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends ausgeführte Thermometermusterung ergab (in Réaumur'schen Graden):

Seiten-öffnung. Fuſs.	Thermometer auf 7 Fuſs engl.	Thermometer auf 1 Fuſs engl.	Aeuſsere Lufttemp. im Schatten.	Beobachtungsstund
382	No. 526 −2°,4	No. 514 −2°,4	−13°,3	$6\frac{1}{4}^h$ Morg. [1]
350	No. 525 −2°,6	No. 524 −2°,6	− 7°,2	2^h Ab.
300	No. 547 −3°,15	No. 546 −2°,95	− 7°,9	4^h Ab.
250	No. 531 −3°,45	No. 529 −3°,4	− 8°,6	$5\frac{1}{2}^h$
200	No. 515 −4°,0	No. 534 −4°,05	−10°,1	$7\frac{1}{2}^h$
150	No. 511 −4°,6	No. 516 −4°,55	−10°,6	8^h
100	No. 532 −5°,45	No. 509 −5°,65	−11°	$8\frac{1}{4}^h$
50	No. 510 −6°,4	No. 527 −6°,9	−13°,6	$8\frac{3}{4}^h$
20	No. 523 −8°,8	No. 518 −9°,1	−14°,5	$9\frac{1}{2}^h$
15	No. 517 −10°,05	No. 520 −8°,8	−14°,5	$9\frac{3}{4}^h$
7	No. 533 −14°,45	No. 528 −13°,1	−14°,7	$10\frac{3}{4}^h$

Gleichzeitig in einem Nebenbohrloche angestellte Beo
achtung ergab:

Auf 7′ Tiefe von der Erdfläche No. 508 = −14°,7.

Die am 1. April a. St. vorgenommene Thermon
termusterung ergab (der Brunnen hatte 8 Tage verdec
gestanden):

1) Um 12ʰ Mittags war die Lufttemperatur −6°,5.

Seiten-öffnung. Fuſs.	Thermometer auf 7 Fuſs engl.	Thermometer auf 1 Fuſs engl.	Aeuſsere Lufttemp. im Schatten.	Beobachtungsstunde.
382	No. 526 —2°,35	No. 514 —2°,4	—10°,0	$6\frac{3}{4}^h$ Morg.
350	No. 525 —2°,65	No. 524 —2°,65	?	$12\frac{1}{2}^h$ Ab.
300	No. 547 —3°,3	No. 546 —2°,95	— 3°,9	$2\frac{1}{4}^h$
250	No. 531 —3°,4	No. 529 —3°,4	— 3°,9	4^h
200	No. 515 —4°,0	No. 534 —4°,1	— 4°,6	$4\frac{3}{4}^h$
150	No. 511 —4°,65	No. 516 —4°,65	?	$5\frac{3}{4}^h$
100	No. 532 —5°,45	No. 509 —5°,6	— 5°,1	7^h
50	No. 510 —6°,55	No. 527 —7°,6	— 5°,1	$7\frac{1}{4}^h$
20	No. 523 —9°,1	No. 518 —9°,2	— 5°,6	$7\frac{3}{4}^h$
15	No. 517 —10°,5	No. 520 —10°,3	— 5°,8	$7\frac{3}{4}^h$
7	No. 533 —13°,7	No. 528 —12°,3	— 5°,9	gleich darauf 8^h Abends

Die gleichzeitig mit letzter Beobachtung im Nebenloche angestellte Beobachtung ergab auf ebenfalls 7 Fuſs Tiefe von der Erdfläche No. 508 =—13°,7. Die äuſsere Lufttemperatur sank während dessen auf —6°,0.

Die Kaiserl. Academie wird bemerken, wie in den Distanzen der höchsten Seitenöffnungen einige Abweichungen von der Instruction haben zugelassen werden müssen; den Beweggrund gaben locale Hindernisse ab, auch bin ich überzeugt, daſs die verlangten Beobachtungen in 3, 5 und 7 Fuſs Tiefe genauer in einem Nebenbohrloche angestellt werden konnten, in welchem die Temperaturen von weit einfacheren Factoren bedingt wurden. In dieser Ueberzeugung habe ich in demselben Hofraume und auf der Entfernung von mehreren Faden

vom Schachte ein Bohrloch bis 7 Fuſs Tiefe treiben lassen, dessen correspondirende Angaben schon oben beigefügt wurden. Um der Einwirkung des äuſseren Luftzudringens einigermaſsen auszuweichen, stellte ich hier die Beobachtungen erst an jedem zweiten oder dritten Tage an.

Monat, Tag und Stunde der Beobachtung.		Thermometer in Talg No. 508 auf 7' Tiefe von der Erdoberfläche	Temperatur der äuſseren Luft im Schatten während der Beobachtung.
März 10.	9h Morg.	−16°,6	−11°,5
13.	11h Morg.	−16 ,3	− 8 ,2 (Früh um 6½h hatten wir −12° gehabt)
14.	5h Abends	−16 ,3	− 6 ,3 (Am Morgen der gröſste beob. Frost −13°,6)
15.	10h Morg.	−16 ,2	− 9° (Auch um 5½h Morgens hatten wir −9°)
16.	5h Abends	−16 ,05	− 3° (Gröſster beob. Frost 7°,2. Am Morgen ist wohl höchst. −8° gewesen)
19.	6h Abends	−15 ,9	− 9 ,9 (Morg. nach 6h −12°,1)
21.	1½h Nachmitt.	−15 ,4	−10°,8 (Morgens −15°,2)
22.	11h Vormitt.	−15 ,1	−14°,1 (Früh waren −19°,8 u. dieses gab sich erst allmälig so, daſs ½ St. vor der Beob. noch −15°,2 waren)
23.	5h Nachmitt.	− 9 ,6	−19°,2 Früh
24.	10¾h Abends	−14 ,7	−14°,7
27.	10h Morg.	−14 ,35	− 8°,3 (Nachts war drauſsen in den letzten Tagen bis etwa −20° gewesen)
29.	10h Morg.	−14 ,0	− 8°,6 (Nachts war drauſsen in den letzten Tagen bis etwa −14° gewesen)
April 1.	8h Abends	−13 ,7	− 6°,0

Es möge mir erlaubt seyn, den oben vorgelegten Tabellen der von mir im Schergin-Schachte angestellten Thermometer-Ablesungen Nachfolgendes als berichtigende Erläuterung hinzuzufügen:

1) Leicht wird es ersichtlich, wie alle in gröſserer Tiefe als 50' angestellten Ablesungen beide Male ganz

übereinstimmen, was um so entscheidender ist, als die zweite Musterung von mir ohne Bewufstseyn einzelner Ergebnisse der ersten unternommen wurde. Die geringen Unterschiede in den einzelnen Angaben bewegen sich noch ganz in den Gränzen der durch die Instrumente gestatteten Beobachtungsfehler. Als einzige Ausnahme steht die Beobachtung auf 300′ da. Während das Thermometer in 1′ Entfernung beide Male völlig gleich lautet, findet sich ein Unterschied von 1°,5 zwischen den beiden Ablesungen des 7′ sitzenden Thermometers. Der Ablesung —3°,15 möchte ich unbedingt mehr Vertrauen schenken; denn nur hier konnte ich, meiner Gewohnheit gemäfs, mich selbst durch drei Male nach einander wiederholtes Ablesen verificiren. Als ich aber am 1. April die Beobachtung machte, entglitt mir nach dem erstmaligen Ablesen auf 300′ die Stange und stürzte hinab. (Diese Beobachtung sollte also gar nicht gelten.)

2) Auf 50′, 20′, 15 und 7′ zeigen sich aber Differenzen, die unabhängig von Ablesungsfehlern sind. Hier stehe ich nicht im Geringsten an, das Störende für 50′, 20′ und 15′ in der Einwirkung äufserer Temperatur, des Grubenlichtes u. dergl. m. zu suchen. Gerade diese Seitenöffnungen hatten (mit Ausnahme der auf 7′ siehe oben) erst höchstens 3 Tage zur Ausgleichung und Wiederherstellung ihrer wahren Temperatur gehabt. Für die eben berührten Tiefen halte ich also die Angaben des 1. April für die richtigeren. Dafs diese nicht fern von der Wahrheit seyn können, ist mir wahrscheinlich, wenn ich berücksichtige, dafs auf 100′ und 150′ die Seitenöffnungen nur 5 und 7 Tage hindurch verstopft gewesen waren, als sie am 24. März beobachtet wurden, und dennoch sind die Unterschiede im Vergleiche mit dem 1. April, wenn welche, höchst unbedeutend.

Die Thermometer auf 7′ hatten schon bei der ersten Beobachtung 26 Tage abgesperrt gelegen. Schon daraus ginge hervor, dafs hier eine andere Ursache den Diffe-

renzen beider Beobachtungen zum Grunde liegen müsse, wenn die Sache nicht allein dadurch sich aufklärte, dafs einzig in der Seitenöffnung auf 7′ zwischen dem 24 März und 1. April Erwärmung, in den übrigen aber Abkühlung stattgefunden hat. Die Uebereinstimmung mit den correspondirenden Beobachtungen im Nebenbohrloche erweist für 7′ die höchst kräftige Einwirkung der Insolation des Frühjahres.

3) Die Angaben für die verschiedenen Thermometer sind:

Norm. Therm.	+0°,1	−5°,95	Norm. Therm.	+0°,1	−5°,95
Talg-Therm.			No. 520	0 ,2	5 ,9
No. 508	0 ,35	5 ,5	No. 523	0 ,0	6 ,1
No. 509	0 ,0	6 ,0	No. 524	0 ,05	6 ,15
No. 510	0 ,0	6 ,1	No. 525	−0 ,2	6 ,0
No. 511	0 ,0	6	No. 528	0 ,0	6 ,1
No. 513	0 ,0	6 ,1	No. 527	−0 ,5	6 ,15
No. 514	0 ,0	6 ,0	No. 539	0 ,0	6 ,0
No. 515	0 ,0	6 ,0	No. 531	0 ,0	5 ,95
No. 516	0 ,0	6 ,05	No. 531	0 ,0	6 ,1
No. 517	−0 ,1	6 ,0	No. 533	0 ,0	6 ,0
No. 518	0 ,0	6 ,1	No. 532	0 ,0	6 ,0

Für das Normalthermometer ergab sich also im Gallertschnee +0°,1, statt 0°,0, eine Oscillation, die mithin bei der Angabe aller Talgthermometer in Rechnung zu bringen ist.

Erst nachdem uns die Benutzung eines Normalthermometers zu Gebote gestanden, konnte ich mich davon überzeugen, dafs die Angaben der Talgthermometer im thauenden Schnee zwar constante Gröfsen geben, dafs diese jedoch nie vollkommen dem wirklichen Thaupunkte entsprechen, sondern die Angaben nur als Verhältnifszahlen der verschiedenen Thermometer zu einander zu betrachten sind. Daher liefs ich in Jakutsk nach der zweiten Thermometermusterung von allen Thermometerkugeln die Käpselchen abschrauben, den Talg herausschmelzen, und die nunmehr gefundenen Correctionen

sind hier mitgetheilt. Für No. 547 wurde früher Nullpunkt $=+0^{\circ},1$ gefunden. No. 546 wurde häufig auf der Reise gebraucht, und war im Nullpunkte immer richtig. Es freut mich, dafs gegenwärtig die Fehler geringer ausfallen, und ich im Stande bin die Werkstätte der Academie zu rechtfertigen.

4) Gleichzeitig mit den übrigen Ablesungen gedachte ich auch noch die Temperatur der Schachtluft auf den verschiedenen Stationen zu notiren. Da ich aber für dieselbe Höhe kurz hinter einander Unterschiede von bis 4° ablas, so unterliefs ich dergleichen ganz, als folgelos. *Courant ascendant* und *descendant*, Nähe der Schachtwand, der Laterne oder der Diele sind Störungen, die sich nicht beseitigen lassen.

5) Vielerlei Schwierigkeiten in Betreff des Practischen, insbesondere aber die Unanwendbarkeit einer jeden Art von Bohrer, erlaubten es nicht, die Seitenöffnungen so sauber und cylindrisch auszuführen, als ich es gern gesehen hätte. Da sie nun zu Kegeln geworden sind, so fafst der innerste Filzstöpsel erst innerhalb der Kugel des näheren Thermometers (auf 1'); dennoch sind die Angaben unten gar nicht, und erst in den höchsten Regionen etwas abweichend von denen des tiefer eingesenkten Thermometers. Wollte man selbst diese kleinen Unterschiede dem gegenseitigen Unterschiede in der Lage (d. h. 6') beider Thermometerkugeln proportional theilen, um so zu einer Correctur für das tiefer sitzende Thermometer zu gelangen, so würde man offenbar viel zu viel thun, da, wie gesagt, das oberflächlichere Thermometer den äufseren Temperatureinflüssen ganz unverhältnifsmäfsig mehr ausgesetzt ist, als das innere. Freilich wäre selbst in solchem Falle das Facit kein merklich anderes; auch hege ich die Ueberzeugung, dafs ein bedeutender Theil des Unterschiedes den Zeiten des Offenstehens während der Arbeit zuzuschreiben ist, und daher mit der Zeit schwinden werde.

Nachdem ich auf diese Weise mir die Ehre genom-

men, der Kaiserl. Academie die Data sowohl als die Suspecta in ihrer nackten Wahrheit vorzustellen, enthalte ich mich aller weiteren sich von selbst ergebenden Schlufsfolgerungen, und werde mir nur noch erlauben einige Worte über die hiesigen Erdarbeiten hinzuzufügen, um die Academie in den Besitz eines Maafsstabes zu setzen, der wichtig werden dürfte, sobald Verfügungen zu neuen Bohrarbeiten uns im nächsten Herbste hier zu Jakutsk erwarten sollten.

Zu meiner nicht geringen Bestürzung konnte kein einziger Bohrer dazu benutzt werden, die Seitenöffnungen des Schachtes, ja sogar das Nebenbohrloch zu fördern. Nachdem ich fruchtlos meinen eigenen Pfropfenzieher, Löffel- und Kronen-Bohrer in Bewegung gebracht, nachdem wir uns mit den Schrauben- und Keilbohrern, die mir der Bau-Ingenieur gefälligst zur Verfügung gestellt hatte, ebenfalls fruchtlos abgemüht hatten, sah ich mich gezwungen Meifsel von verschiedener Länge machen zu lassen, und nur so konnte die Arbeit vermittelst gewichtiger Hammerschläge gleich einer Steinhauerarbeit gefördert werden. Dabei ist nun aber zu bemerken, dafs kein Tag verging, an dem nicht ein Meifsel zerbrach, durchschnittlich zerbrachen zwei, häufig drei, mitunter sogar vier an einem Tage. Tragen nun die hiesigen Schmiede einen Theil der Schuld, so hat den andern unbezweifelt der Frost zu tragen; nicht nur wird das Eisen brüchig, sondern selbst lockerer Sandstein zu einem festen Felsen, der schlimmer zu bearbeiten ist, als etwa Kalkstein bei uns, da die Elasticität des Grundes ausnehmend stark ist.

Die Totaltiefe haben wir nahe 2′ bedeutender gefunden als Hr. Schergin selbst sie angegeben, im Ganzen nämlich nahe 384′ englisch. Da die Mefsbänder einer starken Reckung unterliegen, so ist es schwer für einen kleinen Unterschied aufzukommen. Unserem Nivellement zufolge befindet sich der Eingang zum Schachte fast 36 Fufs über dem gegenwärtigen (niedrigsten) Was-

serspiegel der Lena; mithin der Boden desselben über 300 Fuſs unter dem Bette der Lena. Das Geognostische befindet sich theils materiell in den Sammlungen der Academie, theils ist es ausführlich im Werden des Schachtes von dem Hrn. Oberhüttenverwalter Slobin beobachtet und beschrieben worden. Ein Paar Ansichten der Schichtlagerung in den untersten Regionen folgen anbei. Die obere Hälfte der Schachtwände ist durch einen dichten Bau horizontal aneinander gefügter und in den Ecken wie bei Blockhäusern in einander befestigter Balken dem Auge entzogen, und nur die untere Hälfte frei. Der Schacht ist völlig senkrecht, nur macht die Seele von unten bis oben eine halbe Windung.

Ich kann es mir nicht versagen darauf aufmerksam zu machen, wie dieser Schacht durch seine kühne, gleich sauber als correct ausgeführte Förderung einstimmige Anerkennung verdient, die sich zum Staunen steigern muſs, wenn man die Hülfsmittel der hiesigen Gegend kennen gelernt hat. Der Kalkstein wurde mit Pulver gesprengt, der Sandstein mit der Keilhaue bearbeitet. Schade daſs die gnädigen Auszeichnungen unseres Monarchen den unternehmenden Mann schon in der Krankheit trafen, die seinem Leben ein Ende machte. Die in dem begleitenden Rescripte enthaltene Aufmunterung zu fernerem Wohlverhalten bezieht der Sohn auch auf sich, und ich kann nicht umhin zu gestehen, daſs ich den raschen Fortgang unserer Arbeiten ihm verdanke. Nächst Alexander Fedorowitsch Schergin, jetzigem Commissionär der nordamerikanischen Compagnie hat sich der hiesige Kreisarzt, Hr. Adam Iwanowitsch Onufrowitsch, zum Fortsetzen der Thermometermusterungen erbötig gezeigt. Beide Herren führen ihre Dienstverhältnisse zuweilen in die Ferne, doch hoffe ich, daſs sie in Gemeinschaft im Stande seyn werden das Begonnene ein Mal wöchentlich fortzusetzen, falls die Gasentwicklungen noch lange Frist gewähren sollten.

Jakutsk, den $\frac{3^{\text{ten}}}{15^{\text{ten}}}$ April 1844.

XII. *Einige Bemerkungen über die Jodsäure; von C. Rammelsberg.*

Ich habe schon früher (in diesen Annalen, Bd. XXXXVI S. 159) einmal die krystallisirte Jodsäure in Betreff eines Wassergehalts untersucht, und durch mehrfach wiederholte Fällung mittelst salpetersauren Silberoxyds und Bestimmung des Niederschlags theils als jodsaures Salz, theils als Jodsilber, das Resultat erhalten, dafs die untersuchten Proben *wasserfrei* waren.

Millon hat vor Kurzem angegeben [1]), dafs Jodsäure, welche zuvor über Schwefelsäure getrocknet worden, durch Erhitzen bis 170 Grad 5,17 bis 5,87 Proc. Wasser abgiebt, wovon zwei Drittel schon bei 130° entweichen. Diefs würde 1 At. Wasser in der Säure geben, denn dasselbe setzt 5,13 Proc. voraus.

Ich habe es in Folge dieser Angaben für nöthig gehalten, meine früheren Versuche zu wiederholen. Die Säure wurde aus jodsaurem Baryt durch Schwefelsäure abgeschieden, und, nach vorläufiger Concentration durch Abdampfen, unter einer Glocke über Schwefelsäure krystallisirt. Dadurch setzte sich die Jodsäure in kleinen glänzenden Flittern ab, so wie ich sie früher auch immer beobachtet hatte; aus einer anderen Portion Auflösung dagegen, welche sehr langsam abdunstete, erhielt ich deutliche, glänzende, durchsichtige Krystalle, welche ganz frei von Schwefelsäure waren, wiewohl die Mutterlauge davon in allen Fällen eine ziemliche Menge enthielt.

A. Die in Blättchen erhaltene Säure wurde zwischen Papier ausgeprefst und dann über Schwefelsäure ge-

1) *Annal. Chim. Phys.* 3 *Sér. T. IX*, *p.* 400.

getrocknet. Sie war nicht ganz frei von letzterer, weil sie bei ihrer Löslichkeit in Wasser nicht abgewaschen werden konnte.

1,859 verloren, bis 125° erhitzt, 0,02 Wasser, und der Verlust stieg bei 180° nur um 0,008. Die so getrocknete Säure wurde nun aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das jodsaure Silberoxyd wog, bei 150° getrocknet, 2,869, entsprechend 1,68955 Jodsäure. Die richtige Zusammensetzung dieses Salzes wurde durch Schmelzen desselben controlirt, wobei es 83,09 Proc. Jodsilber gab (Rechnung =83,08). Aus dem Filtrat wurde, nach Entfernung des Silbers, die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt; 0,286 schwefelsaurer Baryt =0,0983 Schwefelsäure.

Der Gewichtsverlust bei 180° beträgt 1,5 Proc., also bei weitem nicht 1 Atom Wasser; die so getrocknete Säure enthält, wenn man zur Schwefelsäure das nöthige Wasser rechnet:

Jodsäure	92,28
Schwefelsäure	5,37
Wasser	1,20
	98,85.

Diese Jodsäure ist folglich wasserfrei.

Dafs übrigens die Schwefelsäure sich durchaus nicht in chemischer Verbindung mit der Jodsäure befindet leuchtet daraus ein, dafs ihr Sauerstoff $\frac{1}{7}$ von dem der letzteren ist.

B. Die in *deutlichen Krystallen* erhaltene Säure wurde gepulvert gleichfalls über Schwefelsäure getrocknet.

4,15 verloren, im Wasserbade mehrere Stunden erhitzt, zuletzt constant 0,218. Bei 140° steigerte sich der Verlust auf 0,222 und nahm nicht weiter zu. Danach enthält die Säure in diesen Krystallen 5,35 Proc. Wasser, d. h. 1 Atom, wie auch Millon gefunden hat.

Die Krystalle sind, obwohl ziemlich glänzend, für

genauere Messungen doch zu klein, und verlieren an der Luft viel von ihrem Glanz. Es sind, so viel man sehen kann, rhombische Prismen, deren stumpfe Seitenkanten durch eine Fläche sehr stark abgestumpft sind, so dafs sie tafelartig erscheinen. In der Endigung bemerkt man zwei Zuschärfungsflächen mit schieflaufender Endkante. Hiernach mufs man glauben, dafs die Krystalle dem 2- und 1gliedrigen System angehören.

Millon hat aufserdem einige jodsaure Salze untersucht, und darunter auch solche, deren Zusammensetzung und Eigenschaften ich schon früher beschrieben hatte [1]). Er führt eine Analyse des Silbersalzes an, welches wasserfrei ist. Jodsaure Kalkerde soll nach seiner Beobachtung an der Luft feucht werden; ich habe das Salz im Gegentheil sehr luftbeständig gefunden, was bei seiner geringen Löslichkeit auch nicht anders seyn kann. Nach Millon enthält es 6 At., nach meinen Versuchen nur 5 At. Wasser. Im jodsauren Baryt und jodsauren Strontian ist 1 At. Krystallwasser enthalten; jodsaures Natron erhält er mit 16, 12, 10, 6, 4 und 2 At. Wasser, aber seine Versuche möchten wohl nicht die Selbstständigkeit aller dieser Hydrate beweisen, und die Art und Weise, das Salz auf einen bestimmten Wassergehalt zu bringen, scheint diese zahlreichen Hydrate hervorgebracht zu haben. Ich habe es oft dargestellt, stets aber nur die leicht zu unterscheidenden Hydrate mit 2 und 10 At. Wasser erhalten. Millon beweist die Nichtexistenz basischer Salze der Alkalien; er findet im Talkerdesalz 4 Atome Wasser u. s. w. Alle diese und noch manche andere Beobachtungen in Millon's Abhandlung sind nicht neu; ich habe sie (a. a. O.) bereits mitgetheilt, wiewohl der französische Chemiker ihrer mit keiner Sylbe gedenkt.

1) Diese Annalen, Bd. XXXXIV S. 545.

XIII. *Untersuchung des Stauroliths vom St Gotthardt; von Dr. J. Jacobson* [1]).

Der im Glimmerschiefer vorkommende Staurolith vom St. Gotthardt ist, so wie der Staurolith aus Frankreich, seit Klaproth von mehreren Chemikern, wie Vauquelin, Collet-Descotils und Thomson untersucht worden. Im Allgemeinen zeigt sich in den Resultaten der bisherigen Untersuchungen eine sehr groſse Verschiedenheit, sowohl in Beziehung auf die absoluten als die relativen Mengen der gefundenen Bestandtheile, und besonders der Kieselsäure, der Thonerde und des Eisenoxyds, wie sich dieſs aus der Zusammenstellung folgender Analysen ergiebt [2]):

A. Schwarzer und rother Staurolith vom St. Gotthardt.

	Nach Klaproth.	
Kieselsäure	37,50	27,00
Thonerde	41,00	52,25
Eisenoxyd (oxydulhaltig)	18,25	18,50
Talkerde	0,50	—
Manganoxyd	0,50	0,25
Kalkerde	—	—
	97,75	98,00.

B. Staurolith aus Frankreich.

	Nach Vauquelin.	Nach Collet-Descotils.
Kieselsäure	33,00	48,0
Thonerde	44,00	40,0
Eisenoxyd (oxydulhaltig)	13,00	9,5
Talkerde	—	—
Manganoxyd	1,00	Manganoxydul
Kalkerde	3,84	
	94,84	97,5

1) Im Laboratorium des Hrn. Prof. H Rose angestellt.

2) Rammelsberg's Handwörterbuch, 2. Abth. S. 173.

	Nach Thomson.		
	a.		*b.*
Kieselsäure	50,076		36,69
Thonerde	35,900		39,98
Eisenoxyd (oxydulhaltig)	13,908		18,14
Talkerde	—		—
Manganoxyd	—	Manganoxydul	4,04
Kalkerde	—		0,68
	99,884		99,43.

Eine ähnliche, wenn auch nicht eben so große, Verschiedenheit zeigt sich in den Resultaten der drei folgenden, im Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose von den HH. Rosales und Lohmeyer im Jahre 1842 mit dem Staurolith vom St. Gotthardt angestellte Untersuchungen.

I. und II. von Hrn. Rosales, III. von Hrn. Lohmeyer:

	I. Vermittelst Fluorwasserstoffsäure.	II. Vermittelst kohlens. Baryt.
Thonerde	52,11	56,39
Eisenoxyd	23,18	19,37
Magnesia mit Thonerde	2,87	2,57
Kieselsäure (aus dem Verlust berechn.)	21,83	27,25
	99,99	105,58.

III. Mit kohlensaurem Natron.	
Thonerde	49,96
Eisenoxyd	20,07
Kieselsäure	27,02
Manganoxyd	0,28
Verlust	1,40
	98,73.

Die bei III erhaltene Kieselsäure betrug bei der ersten Bestimmung 28,42. Nach dem Wiederauflösen

derselben in kohlensaurem Natron und abermaligen Abscheiden durch Chlorwasserstoffsäure nur 27,02. Der erhaltene Verlust betrug also 1,40. Die Chlornatriumauflösung, worin der Verlust enthalten war, wurde aber nicht weiter untersucht.

Da durch Hrn. Rosales Untersuchungen des Stauroliths vom St. Gotthardt mittelst Fluorwasserstoffsäure die Abwesenheit von Alkali in demselben mit Bestimmtheit erwiesen war, so bediente ich mich in den vier folgenden Analysen, um den Gehalt an Kieselsäure nicht nur aus dem Verluste, sondern direct zu bestimmen, des trocknen kohlensauren Natrons zur Zersetzung des Minerals. — Der Staurolith selbst in Krystallen und kleineren Stücken dunkelroth, fein gepulvert und geschlemmt hellroth von Farbe, war vorher von allen fremdartigen Beimengungen und besonders von allen Glimmerblättchen, so wie der kleinen, oft darin vorkommenden schwarzen Turmaline befreit worden. Die zuerst erhaltene Kieselsäure wurde immer noch einmal mit dem Vier- bis Fünffachen ihrer Gewichtsmenge an kohlensaurem Natron geschmolzen, oder mit einer concentrirten Auflösung des letzteren gekocht, und die geschmolzene Masse, so wie die alkalische Auflösung wieder von Neuem ganz nach Art eines Silicats behandelt. — Es zeigte sich schon bei der ersten Analyse, daſs die anfangs erhaltene Kieselsäure, welche 26,29 Proc. betrug, in der That nur aus 25,62 Kieselsäure, und auſserdem noch aus 0,18 Thonerde und 0,49 Eisenoxyd bestand. Eben so wurde die zuerst erhaltene Thonerde in den drei ersten Analysen wieder von Neuem untersucht, und die mit ihr in der Regel noch verbunden gewesene Kieselsäure, theils durch längere Behandlung mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure, theils durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali, theils, und zwar am leichtesten und vollständigsten, durch Kochen mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure, davon getrennt. Hierbei wurden mitun-

ter noch kleine Mengen von Eisenoxyd und Magnesia, doch niemals Titansäure, mit erhalten, die näher bestimmt wurden. Das von der Thonerde durch Kalilauge abgeschiedene Eisenoxyd enthielt in der Regel noch etwas Kieselsäure, die auf die gewöhnliche Weise durch concentrirte Chlorwasserstoffsäure davon getrennt wurde. Im Verlaufe meiner Untersuchungen überzeugte ich mich aber bald, dafs die Trennung der durch Ammoniak gemeinschaftlich gefällten Thonerde und des Eisenoxyds von einander, durch einmaliges Kochen derselben mit reiner Kalilauge, selbst wenn man alle bisher angegebenen Vorsichtsmafsregeln dabei beobachtet, in der Regel nicht ganz vollständig gelingt, sondern dafs fast immer noch beträchtliche Mengen Thonerde bei dem von ihr geschiedenen und vollständig ausgesüfsten Eisenoxyde zurückbleiben. Schon bei meiner zweiten Analyse dieses Stauroliths fand ich, dafs, obgleich sich beim Kochen der durch Ammoniak gemeinschaftlich gefällten Thonerde und des Eisenoxyds mit reiner Kalilauge, letzteres mit dunkelbrauner Farbe ausgeschieden, und ein Tropfen Chlowasserstoffsäure zu der alkalischen Auflösung der Thonerde gesetzt, eine kleine Wolke erzeugt hatte, die beim Umrühren sogleich wieder verschwand, doch noch viel Thonerde bei dem abfiltrirten und vollständig ausgesüfsten Eisenoxyde zurückgeblieben war; denn durch abermaliges Auflösen des letzteren in concentrirter Chlorwasserstoffsäure, Kochen der sauren Auflösung mit reiner Kalilauge, Uebersättigen der alkalischen Lösung mit Chlorwasserstoffsäure und Zusatz einer hinreichenden Menge von kohlensaurem Ammoniak zu der vom Eisenoxyd abfiltrirten Flüssigkeit, wurde von Neuem Thonerde gefällt. Ich mufste sogar bei meiner zweiten Analyse das Kochen des Eisenoxyds mit Kalilauge vier Mal, bei der dritten drei Mal wiederholen, bis ich alle Thonerde vollständig vom Eisenoxyd getrennt hatte. In der dritten Analyse bestimmte ich den jedesmal von Neuem

durch Kochen des Eisenoxyds mit Kalilauge, Uebersättigen der alkalischen Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure und Fällen mittelst kohlensaurem Ammoniak erhaltenen Mengen von Thonerde, ihrem procentischen Gehalte nach. Sie betrugen:

nach dem ersten Kochen mit Kalilauge	41,36
- - zweiten - - -	13,32
- - dritten - - -	0,74.

Hierin, so wie in der Schwierigkeit, diesen Staurolith ganz frei von allen fremdartigen Beimengungen, und besonders von den kleinen schwarzen Turmalinen, die an Farbe und äufserem Ansehen dem Staurolith sehr ähnlich sind, zu erhalten, mag wohl vorzugsweise der Grund der grofsen Schwankungen in den bisherigen Angaben der Mengenverhältnisse der Bestandtheile, und besonders der Thonerde und des Eisenoxyds zu suchen seyn. In No. I und IV meiner Analysen, wo ich die durch Ammoniak gemeinschaftlich gefällte Thonerde und das Eisenoxyd nur durch einmaliges Kochen mit Kalilauge von einander getrennt hatte, zeigte sich derselbe gröfsere Gehalt an Eisenoxyd, wie in den früher angeführten Analysen, während dieser Gehalt in No. II und III, schon um Vieles geringer geworden ist. Hierzu kommt noch, dafs die zuerst erhaltene Kieselsäure in der Regel nicht unbedeutende Mengen von Thonerde und bisweilen etwas Eisenoxyd, die Thonerde dagegen noch Kieselsäure und etwas Magnesia zu enthalten pflegt, deren Trennung von einander man wohl mitunter übersehen hat, und die auch nicht immer ganz leicht ist. Am vollständigsten und sichersten gelingt diese Trennung von der geglühten Kieselsäure, wenn man letztere mit dem Fünffachen ihrer Gewichtsmenge an kohlensaurem Natron schmilzt (nur selten durch blofses Kochen mit einer Auflösung von $Na\ddot{C}$) und die geschmolzene Masse dann von Neuem ganz wie ein Silicat behandelt. Schwieriger ist die Trennung der Kieselsäure von der geglühten Thonerde. Sie gelang mir

am leichtesten und vollständigsten durch längeres Kochen mit concentrirter Schwefelsäure in einer Platinschale, nachdem ich vorher etwas concentrirte Chlorwasserstoffsäure hinzugesetzt hatte. Die Kieselsäure blieb dann mit etwas Schwefelsäure verbunden zurück, die aber durch Aussüſsen mit heiſsem Wasser vollständig von ihr entfernt werden konnte. Aus der Auflösung der Thonerde in Schwefelsäure wurde erstere dann mit Leichtigkeit durch Uebersättigen mittelst kohlensaurem Ammoniak wieder gefällt. Durch bloſses Behandeln der Thonerde mit Chlorwasserstoffsäure gelang mir ihre Trennung von der Kieselsäure nicht vollständig, obgleich ich das Erwärmen und Kochen mit der Säure Tage lang fortgesetzt hatte. Beim Schmelzen der geglühten Thonerde mit saurem schwefelsauren Kali blieb zwar alle mit der Thonerde verbunden gewesene Kieselsäure zurück, und die ganze übrige Menge der Thonerde löste sich vollständig in der überschüssigen Schwefelsäure auf, aber ich war nicht im Stande gewesen dieselbe von jedem Rückhalte an schwefelsaurem Kali zu befreien; und obwohl ich das Aussüſsen mit heiſsem Wasser vierzehn Tage hindurch fortgesetzt hatte, so zeigte sich doch beim Zusatze von Chlorbaryum zum Aussüſswasser immer noch eine Trübung von schwefelsaurem Baryt.

Die Resultate meiner vier Analysen waren folgende:

Staurolith vom St. Gotthardt.

Specifisches Gewicht der kleineren Stücke =3,737; des fein geschlämmten Pulvers =3,744.

Mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen.

	I. In 100 Th.	I. Sauerstoffgehalt.		II. In 100 Th.	II. Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	30,31	15,74		30,91	16,01	
Thonerde	46,80	21,86	27,4	48,68	22,73	27,4
Eisenoxyd	18,08	5,54		15,37	4,67	
Manganoxyd-oxydul	—	—		1,19	0,35	
Kalkerde	0,13	0,03		—	—	
Talkerde	2,16	0,81		1,33	0,49	
	97,48			97,48.		

	III.			IV.		
Kieselsäure	29,72	15,43		29,13	15,12	
Thonerde	54,72	25,55	30,36	52,1	24,33	29,69
Eisenoxyd	15,69	4,81		17,58	5,36	
Manganoxyd-oxydul	—	—		—	—	
Kalkerde	—	—		—	—	
Talkerde	1,85	0,7		1,28	0,46	
	101,98			100.		

Beobachtet man nun die kleinen Mengen von Kalkerde, Talkerde und Manganoxyd nur als mechanische Beimengungen, wozu man wegen ihres unbeständigen Vorkommens wohl vollkommen berechtigt ist, die Thonerde und das Eisenoxyd aber als isomorphe, sich gegenseitig ersetzende Basen, so würde aus dem Sauerstoffverhältnisse der beiden letzten zu dem der Kieselsäure, nämlich wie 1 : 1 (besonders nach der dritten und vierten Analyse), sich die Formel:

$$\left.\begin{matrix}\dddot{Al}^2\\ \dddot{F}^2\end{matrix}\right\}\dddot{Si}$$

am einfachsten und leichtesten ableiten lassen, welche auch mit den von Hrn. Lohmeyer erhaltenen Resultaten ziemlich übereinstimmt.

Die Zusammensetzung im Hundert nach dieser Formel berechnet, und unter der Voraussetzung, dafs $\frac{1}{6}$ Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist, würde folgende seyn:

		Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	= 29,25	15,19	
Thonerde	= 54,23	25,32	30,38
Eisenoxyd	= 16,52	5,06	

Die Uebereinstimmung zwischen den Mengenverhältnissen der Bestandtheile in dieser berechneten Formel mit denen meiner Analysen, und besonders der dritten und vierten, ist sehr augenfällig, und spricht viel für die gröfsere Wahrscheinlichkeit derselben, verglichen mit den anderen bisher angenommenen Formeln.

Hiernach wäre der Staurolith vom St. Gotthardt als ein wasserfreies basisches Thonerdesilicat, in welchem ein Theil Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt wird, zu betrachten, dessen Zusammensetzung am meisten mit dem darin fast immer gleichzeitig vorkommenden Cyanite, womit er auch bisweilen durch und durch verwachsen ist, übereinstimmt. Diese Uebereinstimmung in der Zusammensetzung beider ist so grofs, dafs schon Arfvedson für den Cyanit dieselbe Formel $\dddot{A}l^2 \dddot{S}i$ aufgestellt hat. Nur mangelt dem Cyanit der gröfsere Eisengehalt, der sich im Staurolith vorfindet.

Bemerkungen zu I.

Die zuerst erhaltene Kieselsäure betrug 26,29. — Von Neuem mit dem Fünffachen ihrer Gewichtsmenge an kohlensaurem Natron geschmolzen, und die geschmolzene Masse wie ein Silicat behandelt, gab sie:

Kieselsäure	= 25,62
Thonerde	= 0,18
Eisenoxyd	= 0,49.

Die von der zuerst erhaltenen Thonerde (51,49) getrennte Kieselsäure betrug 4,69.

Bemerkungen zu II.

Die zuerst erhaltene Kieselsäure 27,33, ganz wie bei I behandelt, gab:

Kieselsäure	=27,21
Eisenoxyd	= 0,12.

Es war also keine Thonerde mehr darin enthalten wie bei I. Dagegen hatte sich die geringe Quantität Eisenoxyd zugleich mit der Kieselsäure in der Natronsolution aufgelöst, aus der sich später, nach der Fällung der Kieselsäure durch Chlorwasserstoffsäure, durch Uebersättigen der sauren Auflösung mit Ammoniak und Zusatz von Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt worden war.

Die zuerst erhaltene Thonerde (51,62) wurde, nachdem sie geglüht, und gewogen war, anhaltend und wiederholentlich mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure behandelt, wovon sie aber nur wenig angegriffen wurde; der gröſsere Theil derselben blieb ungelöst. Der auf ein Filtrum gebrachte und vollständig ausgesüſste Rückstand wurde mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen. Die geschmolzene und erkaltete Masse löste sich nicht vollständig in heiſsem Wasser auf, sondern lieſs abermals einen Rückstand, der auf ein anderes Filtrum und mit heiſsem Wasser ausgesüſst wurde. Aber trotz des vierzehn Tage lang fortgesetzten Aussüſsens konnte er nicht von einem kleinen Rückhalte an schwefelsaurem Kali befreit werden (s. vorher). Den Rückstand selbst kochte ich anhaltend mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Natron, worin er sich aber nur theilweise auflöste. Es blieb von Neuem ein Rückstand (0,0715), der mit trocknem kohlensauren Natron über der Flamme der Spirituslampe geschmolzen wurde. Die geschmolzene Masse, wie ein Silicat behandelt, gab:

Kieselsäure	=0,0158
Thonerde	=0,0457
Magnesia	=0,01
	0,0715.

Die aus sämmtlichen Filtraten und Aussüfswassern durch kohlensaures Ammoniak wiederum gefällte Thonerde betrug (mit Einschlufs der Thonerde 0,0457) =0,9742 oder 48,68 im Hundert. Die aus den Natronauflösungen durch Chlorwasserstoffsäure gefällte Kieselsäure betrug im Ganzen 0,0488 oder 2,43 im Hundert. Mithin bestand die zuerst erhaltene Thonerde, 51,62, aus:

Thonerde	=48,68
Kieselsäure	= 2,43
Magnesia	= 0,49
Verlust	= 0,02.

Bemerkungen zu III und IV.

Die dritte Analyse wurde fast nach derselben Methode wie die zweite angestellt. Von der zuerst erhaltenen Kieselsäure, die von Neuem mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht und woraus die Kieselsäure wiederum durch Chlorwasserstoffsäure gefällt worden war, wurden noch kleine Mengen von Thonerde und Eisenoxyd abgeschieden, deren erstere 0,19, deren zweite 0,002 im Hundert betrug. Die zuerst erhaltene Thonerde, nach dem Glühen und Wägen von Neuem mit Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure behandelt, gab:

Thonerde	=54,54
Kieselsäure	= 0,91.

In der vierten Analyse wurde der Gehalt an Eisenoxyd durch den Verlust bestimmt.

XIV. *Polykras und Malakon, zwei neue Mineralspecies; von* Th. Scheerer *in Christiania.*

Die merkwürdigen Granitgänge von Hitteröe enthalten, aufser Gadolinit [1]), Orthit [2]) und Ytterspath [3]), unter ihren accessorischen Gemengtheilen auch noch zwei bisher unbekannte Mineralien. Beide pflegen, besonders in Gesellschaft des Ytterspaths, den Orthit zu begleiten, und sind, nicht selten, mehr oder weniger deutlich erkennbar in demselben eingemengt. Dieser Umstand ist wahrscheinlich die Ursache, dafs man bei der Analyse des Orthits von Hitteröe zuweilen kleine Mengen von Titansäure und Zirkonerde findet [4]), welche gewifs nicht diesem Minerale angehörig sind, sondern theils von eingemengtem Polykras, theils (die Zirkonerde) von Malakon herrühren dürften. Die nachstehende mineralogische Charakteristik beider Mineralien ist aus meinem Aufsatze [5]) im 2. Hefte von Keilhau's *Gäa norvegica* entnommen, die Beschreibung des Ganges der analytischen Untersuchung dagegen aus einem Vortrage, welcher von

1) Diese Annalen, Bd. LI S. 407 und S. 465; Bd. LVI S. 479.

2) Ebendaselbst, Bd. LVI S. 479; Bd. LXI S. 636.

3) Ebendaselbst, Bd. LX S. 591.

4) Ebendaselbst, Bd. LXI S. 644.

5) »Ueber den Norit und die auf der Insel Hitteröe in dieser Gebirgsart vorkommenden mineralienreichen Granitgänge.« — In diesem Aufsatze habe ich zugleich auf einige Verhältnisse bei den gedachten Granitgängen aufmerksam gemacht, welche sich mit rein vulkanischen Ansichten im völligen Widerspruche befinden. Obgleich einige dieser Verhältnisse in genauem Zusammenhange mit dem Vorkommen des Malakons und Polykrases stehen, habe ich dieselben doch nicht in der vorliegenden Abhandlung berührt, sondern verweise in dieser Hinsicht auf den citirten Aufsatz. Das 2. Heft der Gäa ist bereits gedruckt, und wird ehestens im Buchhandel erscheinen.

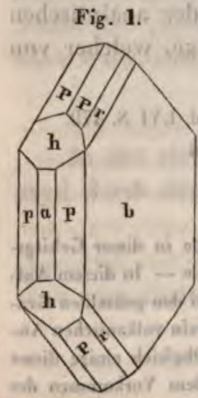
mir in der dieſsjährigen Versammlung der Naturforscher zu Christiania gehalten wurde.

I. Polykras.

Der Name dieses Minerals (von πολύ und κρασις abgeleitet) wird durch das, was später über die Zusammensetzung des Polykrases angeführt werden wird, motivirt erscheinen. Da der Polykras mit dem Polymignit in naher Verwandtschaft steht, welches ich eben durch jenen Namen habe andeuten wollen, so werde ich an den betreffenden Stellen hervorheben, welche wesentliche Verschiedenheiten zwischen beiden Mineralien beobachtet wurden.

Aeuſsere Gestalt. Nur krystallisirt. Die Krystalle sind häufig vielfach so lang als breit, und mehrfach so breit als dick; ihr Habitus läſst sich also gewissermaſsen mit dem eines Lineals vergleichen. Ihre absolute Länge beträgt zuweilen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll, und ist selten unter $\frac{1}{4}$ Zoll. Das Krystallsystem, zu welchem sie gehören, ist das rhombische (1- und 1axige); die Form, in welcher sie angetroffen werden, zeigt Fig. 1. Die Flächen *a* und *h* werden selten, noch seltener wird aber *r* angetroffen. Die meisten Krystalle sind nur durch *P*, *p* und *b* begränzt. Durch Messung mittelst des Anlege-Goniometers (das Reflexions-Goniometer konnte, wegen der stets matten Beschaffenheit der Krystallflächen, nicht angewendet werden) wurden folgende Flächen-Neigungen beobachtet: $a:b=90^\circ$; $p:p=140^\circ$; $P:b=104^\circ$; $P:P=152^\circ$; $r:b=127^\circ$. Die Gestalt ist hiernach eine Combination von:

Fig. 1.



$$P.\infty P.\infty \bar{P}\infty.\infty \breve{P}\infty.2\bar{P}\infty.\bar{P}\tfrac{1}{3},$$

und das Längenverhältniſs der Hauptaxe zur brachydia-

gonalen und makrodiagonalen Nebenaxe ist annähernd $a : b : c = 0{,}940 : 1 : 2{,}747$, während sich beim Polymignit das Verhältniſs $a' : b : c' = 0{,}676 : 1 : 1{,}402$ ergiebt [1]). Versucht man die Axenverhältnisse beider Mineralien auf einander zu reduciren, so erhält man hierbei Abweichungen von den Resultaten der Winkelmessung, welche zu groſs sind, als daſs sie Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden könnten. Wollte man annehmen, daſs $a = \frac{3}{2} a'$, also $a = 1{,}014$ anstatt $= 0{,}940$ wäre, so würde hieraus z. B. folgen, daſs der ebene Winkel, welchen die beiden stumpferen Scheitelkanten der Haupt-Pyramide mit einander bilden, $= 89^\circ\ 12'$ seyn müſste. Durch unmittelbare Messung an vielen Krystallen, welche Messung gerade bei diesem Winkel vorzugsweise leicht und genau auszuführen ist, wurde derselbe aber zu 94°, und durch Berechnung aus den andern Winkelmessungen zu $93^\circ\ 33'$ gefunden. Die Axenverhältnisse des Polykrases können also nicht aus denen des Polymignits abgeleitet werden.

Innere Gestalt. Von Blätterdurchgängen lassen sich in keiner Richtung Andeutungen auffinden. Der Bruch des Minerals ist vollkommen muschlig. Der Polymignit besitzt undeutliche Blätterdurchgänge parallel den Flächen $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$.

Härte. Dieselbe lieſs sich an den meist dünnen und sehr leicht zerbrechlichen Krystallen nur schwierig und unvollkommen bestimmen. Soviel glaubte ich jedoch zu erkennen, daſs der Polykras weniger hart sey als der Polymignit. Während nämlich die Härte des letzteren zwischen der des Quarzes und Feldspaths fällt, zeigt sich

1) Der Polymignit krystallisirt nämlich in rhombischen Prismen von 109°, zugespitzt durch eine rhombische Pyramide mit Scheitelkanten von $136^\circ\ 28'$ und $116^\circ\ 22'$ (s. Glocker's Mineralogie, S. 371). Hieraus ergiebt sich $b : c = 1 : tg\frac{1}{2}.109^\circ = 1 : 1{,}402$; und $a : b = tg\,\alpha : 1$, wobei $\sin\alpha = \frac{tg\frac{1}{2}.109^\circ}{tg\frac{1}{2}.136^\circ\ 28'} = 34^\circ\ 3'$. Also $a : b = 0{,}676 : 1$.

die des ersteren etwas geringer als Feldspath-, aber gröſser als Quarz-Härte.

Specifisches Gewicht. Durch zwei Wägungen wurde dasselbe das eine Mal zu 5,12, das andere Mal zu 5,09 bestimmt. Zur ersten Wägung wurden 3,293 Grm. und zur zweiten eine etwas geringere Menge reiner Krystallbruchstücke angewendet. Durchschnittlich läſst sich das spec. Gewicht des Polykrases also etwa zu 5,105 annehmen. Das spec. Gewicht des Polymignits ist =4,80.

Verhalten zum Lichte. Die Farbe des Polykrases erscheint, bei darauf fallendem Lichte, rein schwarz. Vermittelst der Lupe läſst sich beobachten, daſs ganz feine Splitter des Minerals mit gelblichbrauner Farbe durchscheinend sind; unter dem Mikroskope ist bei den Körnchen des gepulverten Minerals ein Gleiches der Fall; dieselben depolarisiren das polarisirte Licht. Bei darauffallendem Lichte erscheint der gepulverte Polykras graubraun gefärbt. Der Glanz des Polykrases ist etwas weniger lebhaft als der des Polymignits, sonst aber von derselben Beschaffenheit.

Verhalten zur Wärme. Wird ein Krystall des Minerals plötzlich einer über dem Kochpunkte des Wassers liegenden Temperatur ausgesetzt, so lösen sich kleine Stücke von demselben ab, und werden heftig und mit hörbarem Geräusch fortgeschleudert. Der Grund dieser Decrepitation liegt in dem Entweichen von Wasser oder irgend eines anderen flüchtigen Stoffes; denn nach Beendigung dieser Erscheinung ist das Mineral um 1 bis 1,25 Proc. leichter geworden, ohne im Uebrigen seine Eigenschaften geändert zu haben. Wird ein Stück Polykras dagegen so schnell als möglich bis zum Glühen erhitzt, so zeigt es sich, bei kaum eingetretener dunkler Rothgluth, sehr deutlich pyrognomisch, fast in eben so ausgezeichnetem Grade wie der Gadolinit. Die Eigenschaften des verglimmten Minerals werden nun in mehreren wesentlichen Punkten von denen des ungeglühten verschieden

den gefunden. Am auffallendsten ist die Veränderung, welche die Farbe erlitten hat; während dieselbe früher dunkelschwarz war, ist sie nun licht graubraun geworden, *ganz ähnlich der Farbe, welche das ungeglühte Mineral in seinem gepulverten Zustande besafs.* In Pulverform hat der geglühte Polykras eine graulich ockergelbe Farbe, und unter dem Mikroskope erscheinen selbst die kleinsten Körnchen dieses Pulvers völlig *undurchtig.* Auch der Glanz des geglühten Minerals ist verschieden von dem des ungeglühten; er ist etwas schwächer und weniger metallisch, dagegen mehr fettartig geworden. Nach diesen Veränderungen könnte man mit Grund auch eine beträchtliche Aenderung des specifischen Gewichtes vermuthen; eine solche ist aber, merkwürdig genug, *nicht* eingetreten. 3,251 Grm. geglühte Krystallbruchstücke wurden zu einer specifischen Wägung angewendet, wobei sich ein spec. Gewicht von 5,103 ergab, also genau gleich dem, welches das Mineral vor dem Glühen hatte. Nach dem Pulvern dieser geglühten Krystallstücke zeigte sich ihr spec. Gewicht allerdings etwas erhöht, nämlich =5,20. Einen solchen geringen Zuwachs am spec. Gewicht würde man wahrscheinlich aber auch bei ungeglühten Krystallen erhalten, wenn man dieselben vor der Wägung pulverte. — Bei starker Rothglühhitze ist der Polykras nicht schmelzbar.

Verhalten vor dem Löthrohre. In Borax aufgelöst, ertheilt das Mineral demselben in der oxydirenden Flamme eine gelbe, in der reducirenden eine gelbbraune bis braune Farbe, letzteres namentlich, wenn die Reduction mit Zinn auf Kohle geschieht. Die Phosphorsalzperle zeigt sich im oxydirenden Feuer gelb bis gelbbraun, nach der Abkühlung grünlich bis schmutzig grün; reducirend behandelt, nimmt sie eine dunkle unbestimmbare Farbe an, ganz ähnlich der, welche der Euxenit (s. diese Annalen, Bd. L S. 150) unter diesen Verhältnissen zeigt. Mit Soda und Salpeter auf Platinblech erhitzt, giebt das Mineral

keine Spur von Manganreaction; eben so wenig läfst sich mit Soda auf Kohle ein Metallkorn daraus reduciren.

Verhalten gegen Säuren. Von erhitzter Salzsäure wird der feingepulverte Polykras nur unvollkommen aufgeschlossen, vollständig dagegen durch längere Zeit fortgesetzte Behandlung mittelst erhitzter Schwefelsäure. Auch das geglühte Mineral, welches die Feuer-Erscheinung gezeigt hat, wird in fein gepulvertem Zustande von dieser Säure zersetzt.

Chemische Constitution. Der Gang bei der qualitativen analytischen Untersuchung des Polykrases war folgender. Das feingepulverte Mineral wurde durch Behandlung mit erhitzter Schwefelsäure aufgeschlossen, darauf etwas rauchende Salpetersäure hinzugefügt und abermals erhitzt, bis sich Dämpfe von Schwefelsäure zeigten. Alsdann wurde die Masse mit Wasser übergossen und an einen etwas erwärmten Ort gestellt, wodurch sich alles, bis auf eine kleine Menge eines weifsen Rückstandes (*a*) auflöste. Die hiervon abfiltrirte, sehr mit Wasser verdünnte und bis zum Kochen erhitzte Flüssigkeit setzte eine zweite, aber weit bedeutendere Quantität eines weifsen Pulvers (*b*) ab, nach dessen Abfiltrirung die Solution mit kaustischem Ammoniak gefällt wurde. In der vom Niederschlage getrennten Flüssigkeit waren Spuren von Kalkerde, Talkerde und vielleicht Alkali enthalten. Der durch kaustisches Ammoniak entstandene Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst, und die mit einer geringen Menge Wasser versetzte Lösung in eine concentrirte Solution von kohlensaurem Ammoniak getropft, das hierbei Ungelöste in Salzsäure gelöst und mit kaustischem Kali gekocht, wodurch etwas Thonerde extrahirt wurde. Das nicht in kaustischem Kali Gelöste ward einer abermaligen Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak unterworfen, wobei wieder eine weifse flockige Masse (*c*) ungelöst blieb; die davon abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit der, bei der ersten Behandlung mit kohlensaurem Am-

moniak erhaltenen vereint und Ammonium-Sulfhydrat hinzugefügt, worauf die Flüssigkeit etwa 24 Stunden, bis zum völligen Absatze des schwarzen Niederschlags (*d*), in Ruhe blieb. Die darüberstehende Solution war gelb gefärbt. Nachdem sie durch Filtration vom schwarzen Niederschlage getrennt worden war, wurde sie durch Salzsäure übersättigt, und so lange an einen erwärmten Ort gestellt, bis sich aller abgeschiedene Schwefel (*e*) auf den Boden des Glases abgesetzt hatte. Die vom Schwefel abfiltrirte Solution wurde mit Ammoniak gefällt, wodurch ein gelber Niederschlag (*f*) entstand.

Die Substanzen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* und *f* wurden nun genaueren Untersuchungen, theils auf dem nassen Wege, theils vor dem Löthrohre unterworfen, wobei sich folgende Resultate ergaben. *a* war reine Tantalsäure; *b* Titansäure, jedenfalls mit Tantalsäure vermischt; *c* bestand aus einem Gemenge von Yttererde, Zirkonerde, Eisenoxyd, Ceroxydul, Tantalsäure und Thonerde; *d* war hauptsächlich Schwefeleisen, enthielt aber aufserdem Yttererde und vielleicht Spuren von Cer und Uran; *e* war nicht reiner Schwefel, sondern hinterliefs beim Glühen etwas Titansäure; *f* endlich enthielt hauptsächlich Zirkonerde, Yttererde und Uranoxyd [1]), mit einer geringen Menge Ceroxydul.

Die sämmtlichen auf diese Weise aufgefundenen Bestandtheile des Polykrases sind also: Titansäure, Tantalsäure, Zirkonerde, Yttererde, Eisenoxyd, Uranoxyd, Ceroxydul, nebst einer geringen Menge von Thonerde und Spuren von Kalkerde, Talkerde und vielleicht Alkali. Die Bestandtheile des Polymignits sind, nach Berze-

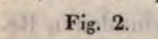
1) Dafs die Hauptmenge des Urans im Niederschlage *f*, und nicht, wie man doch hätte vermuthen sollen, im Niederschlage *d*, beim Schwefeleisen, vorhanden war, rührt daher, dafs das Schwefeluran, wenigstens unter gewissen Verhältnissen, in nicht unbedeutender Menge vom Ammonium-Sulfhydrat gelöst wird. Auch durch directe Versuche habe ich mich hiervon überzeugt.

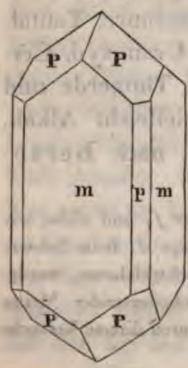
lius, Titansäure (46,30), Zirkonerde (14,14), Eisenoxyd (12,20), Kalkerde (4,20), Manganoxydul (2,70, Ceroxydul (5,00), Yttererde (11,50). Wesentliche Unterschiede zwischen den Zusammensetzungen beider Mineralien bestehen also 1) in dem Auftreten der Tantalsäure und des Uranoxyds beim Polykrase, 2) in dem Mangel an Manganoxydul und der fast gänzlichen Abwesenheit der Kalkerde bei diesem Minerale. — Ich habe keinen Versuch gemacht, den Polykras quantitativ zu analysiren, da uns die analytische Chemie, auf ihrem jetzigen Standpunkte, bei der Trennung dergleichen seltener Stoffe, wie sie in diesem Minerale zusammengehäuft vorkommen, so gut wie gänzlich im Stiche läſst.

II. Malakon.

Ich habe dieses Mineral Malakon (von μαλακός) benannt, weil es sich von dem ihm in mehrfacher Beziehung verwandtem Zirkon unter Anderem durch einen geringeren Härtegrad unterscheidet.

Aeuſsere Gestalt. Der Malakon kommt nur krystallisirt vor; entweder findet er sich in einzelnen Krystallen oder in mehreren derselben zu einer Gruppe vereinigt. Das System, zu welchem diese Krystalle gehören, ist das quadratische (2- und einaxige), und die einzige Combination, in welcher ich dieselben auftretend gefunden habe, ist $\infty P . P . \infty P \infty$, wie Figur 2 angiebt. Durch Messung mittelst des Reflexions-Goniometers fand ich die Neigung von $p : m = 135^{\circ}$, von $p : P =$ nahe 131° (beim Zirkon $= 132^{\circ}\ 10'$) und von $P : P = 124^{\circ}\ 57'$ (beim Zirkon $= 123^{\circ}\ 19'$). Das Längenverhältniſs der Hauptaxe zu den beiden Nebenaxen ist hiernach beim Malakon $a : b : b = 0{,}611 : 1 : 1$, während es sich, nach den Messungen von


Fig. 2.



Mohs, beim Zirkon wie 0,640 : 1 : 1 ergiebt. Das quadratische Prisma $\infty P \infty$ ist an allen Malakonkrystallen, welche ich besitze, vorzugsweise, oft sogar bis zum Verschwinden von ∞P, entwickelt; an keinem dieser Krystalle tritt dagegen das Hauptprisma als alleinherrschend, ja nicht einmal als vorherrschend auf. Beim Zirkon findet bekanntlich gerade das umgekehrte Verhältnifs statt. Obgleich sich also die Krystallform des Malakons, bei oberflächlicher Betrachtung, mit der des Zirkons identisch zeigen könnte, so ergiebt die genauere Untersuchung dennoch Verschiedenheiten, welche durchaus nicht als unwesentliche betrachtet werden können.

Innere Gestalt. Während der Zirkon, parallel den Flächen des Hauptprismas, unvollkommen spaltbar ist, und zuweilen auch noch parallel mit P Andeutungen von Blätterdurchgängen besitzt, zeigt der Malakon in keiner Richtung eine vorherrschende Spaltbarkeit, sondern bricht überall mehr oder weniger vollkommen kleinmuschlig.

Härte. Etwa die des Feldspaths; ganz frische Krystalle scheinen ein wenig härter zu seyn, alle werden aber durch Quarz und noch deutlicher natürlich durch Zirkon geritzt.

Specifisches Gewicht. Durch drei verschiedene Wägungen fand ich dasselbe zu 3,934 — 3,910 — 3,895. Zur ersten dieser Wägungen wurden nur 1,322 Grm. Krystalle angewendet, welche überdiefs zum Theil eine sehr dunkle Farbe hatten, und wahrscheinlich durch etwas Polykras verunreinigt waren. Ich stellte daher noch zwei andere Wägungen an, mit Quantitäten, welche fast 3 Grm. betrugen, und verwendete hierzu ausgezeichnet reine Krystalle; die hierdurch erhaltenen Resultate fielen nicht unbeträchtlich niedriger aus als das erste. Es wäre also vielleicht das Richtigste, den Werth 3,934 für fehlerhaft zu halten, und das spec. Gewicht des Malakons als Mittel von 3,910 und 3,895, also = 3,903, anzunehmen.

Will man dagegen auch dem ersten Werthe Gültigkeit einräumen, so wird das mittlere spec. Gewicht in diesem Falle =3,913. Das spec. Gewicht des Zirkons ist 4,4 bis 4,6.

Verhalten zum Lichte. Ganz reine Bruchstücke des Minerals zeigen sich, im darauffallenden Lichte, bläulichweifs (fast milchweifs) mit einer kleinen Einmischung von Grau. Die Oberfläche der Krystalle besitzt aber selten eine so lichte Farbe, sondern ist meist, durch einen sehr dünnen Ueberzug fremder Substanzen, theils bräunlich, röthlich, gelblich oder schwärzlich gefärbt. In Splittern und kleineren Stücken ist der Malakon gelblichweifs durchscheinend. Völlig farblos und durchsichtig zeigt sich das Pulver desselben, wenn es unter dem Mikroskope betrachtet wird. Der Glanz des Malakons auf Krystallflächen ist glasartig, aber viel schwächer als der des Zirkons; auf Bruchflächen harz- bis fettartig. Das ganze Ansehn eines Bruchstücks dieses Minerals erinnert sehr an den milchweifsen gemeinen Opal oder an eine Email, welche durch Zusammenschmelzen eines bleioxydhaltigen Glases mit etwas Zinnoxyd erhalten wurde.

Verhalten zur Wärme. Wird ein Stück Malakon bei so schnell wie möglich gesteigerter Temperatur zum Glühen erhitzt, so tritt eine zwar sehr schwache, aber, bei Anwendung gewisser Vorsichtsmafsregeln, dem geübten Auge noch deutlich wahrnehmbare Lichterscheinung ein. Dieselbe läfst sich desto deutlicher beobachten, je gröfser das angewendete Stück des Minerals war; bei Stücken unter einer Kubiklinie ist sie kaum erkennbar. Trotz dem der Malakon, im Vergleich mit dem Gadolinit und Polykras, die Eigenschaft der Pyrognomie nur in sehr geringem Grade besitzt, sind die Veränderungen, welche derselbe nach dem Eintreten dieser Erscheinung erlitten hat, nichts weniger als unbedeutend zu nennen. Das Auge erkennt zwar zwischen geglühten und ungeglühten Krystallen dieses Minerals kaum einen anderen Unterschied, als dafs die ersteren meist eine

gelbliche Farbe angenommen haben, welche sie vor dem Glühen nicht besafsen, und wodurch sie dem Zirkon mehr oder weniger ähnlich werden. Da diefs aber nicht bei allen Krystallen der Fall ist, so liegt der Grund dieser Farbenveränderung vielleicht nur in zufälligen Nebenumständen. Wesentlicher als diese Veränderung ist es dagegen, dafs das spec. Gewicht des geglühten Malakons bedeutend gröfser ist als das des ungeglühten. Bei zwei Versuchen, von denen der eine mit 1,321 Grm. und der andere mit 1,828 Grm. Mineral angestellt wurde, erhielt ich im ersten Falle ein spec. Gewicht von 4,228 und im anderen Falle von 4,212, im Mittel also = 4,220, während das spec. Gewicht des ungeglühten Minerals zu 3,903 bis 3,913 gefunden wurde. Das Volumen des ungeglühten Malakons verhält sich also zu dem des geglühten wie 100 : 92,49 bis 92,63 [1]). Hierbei ist aber zu bemerken, dafs das Mineral durch Glühen auch sein absolutes Gewicht verändert, indem es einen Verlust von 3,027 Proc. Wasser erleidet. Eine Quantität von 1,8995 Grm. bei 80° R. getrockneter frischer Malakonkrystalle hatte nämlich ihr Gewicht nach dem Glühen bis auf 1,8420 Grm. vermindert. Das Entweichen dieser nicht unbeträchtlichen Quantität Wasser, und zugleich der Umstand, dafs die Feuerentwicklung beim Malakon erst eintritt, wenn sich derselbe schon in einer ziemlich starken Glühhitze befindet, sind vielleicht Schuld daran, dafs sich dieses Mineral in keinem bedeutenderen Grade pyrognomisch zeigt. Auf eine andere, sehr wesentliche Veränderung, welche der Malakon durch Glühen erleidet, werde ich, wenn von seinem Verhalten gegen Säuren die Rede ist, aufmerksam machen. — Bei lichter Rothglühhitze schmilzt der Malakon selbst nicht an den dünnsten Spitzen feiner Splitter.

Verhalten vor dem Löthrohre. Kleine Stücke des

1) Beim Gadolinit von Hitteröe fand ich dieses Verhältnifs wie 100 : 93,95, beim Orthit von Filefjeld wie 100 : 92,64 und beim Allanit von Jotunfjeld wie 100 : 94,47 (diese Ann. Bd. LI S. 494).

Minerals lösen sich weder in Borax noch Phosphorsalz, färben sich aber weiſs und verlieren ihre Pellucidität. Ganz feines Pulver wird in geringer Menge sowohl von Phosphorsalz als von Borax gelöst, in ersterem unter Abscheidung eines Kieselskelettes. Von färbenden Stoffen giebt sich nur eine Spur Eisenoxyd zu erkennen.

Verhalten gegen Säuren. Das fein gepulverte Mineral wird nicht durch Salzsäure aufgeschlossen; von erhitzter Schwefelsäure wird es dagegen, wenn es zuvor geschlämmt worden ist, nach lange fortgesetzter Digestion zerlegt. Fluſssäure schlieſst den Malakon am schnellsten und vollkommensten auf. *Ist derselbe aber geglüht worden, so widersteht er der Einwirkung aller dieser Säuren,* und kann alsdann nur durch Zusammenschmelzen mit kohlensaurem Natron vollständig zerlegt werden. Der *geglühte* Malakon verhält sich also gegen Säuren wie Zirkon.

Chemische Constitution. Um die Zusammensetzung des Malakons zu ermitteln, von welcher mir durch vorläufige Versuche schon bekannt war, daſs Kieselerde und Zirkonerde eine Hauptrolle in derselben spielten, wurde eine Quantität sehr fein gepulverten Minerals mit kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen und die erhaltene geschmolzene Masse mit Wasser übergossen. Hierbei schied sich nach und nach ein weiſses krystallinisches Pulver ab, welches vollkommen das Ansehn des Zirkonerde-Natrons [1]) hatte. Ueber diesem schweren Pulver schwamm eine geringe Menge einer flockigen Substanz, und darüber stand eine vollkommen farblose und klare Flüssigkeit. Durch Abschlämmung wurde das schwere Pulver (*a*) von der flockigen Substanz und der Flüssigkeit getrennt, die flockige Substanz (*b*) aber von der Flüssigkeit (*c*) durch Filtration geschieden. Die Untersuchung zerfiel nun also in drei Theile, und es ergaben sich dabei folgende Resultate. *a* war Zirkonerde-Natron,

1) Diese Annalen, Bd. LIX S. 481.

mit einer sehr geringen (kaum 1 Proc. betragenden) Menge Kieselerde, *b* bestand aus Eisenoxyd, Zirkonerde, Yttererde, Kalkerde, Talkerde und Kieselerde, von allen nur kleine Mengen, *c* endlich enthielt die Hauptmenge der Kieselerde aufgelöst. Die quantitativen Verhältnisse, in denen diese Substanzen aufgefunden wurden waren:

Kieselerde	31,31
Zirkonerde	63,40
Eisenoxyd	0,41
Yttererde	0,34
Kalkerde	0,39
Talkerde	0,11
Wasser	3,03
	98,99.

Die abgeschiedene Kieselerde zeigte, sowohl vor dem Löthrohre als zu Flufssäure, ein vollkommen normales Verhalten. Die Zirkonerde besafs folgende Eigenschaften. Sie war nach dem Glühen unlöslich in Säuren, frisch gefällt unlöslich in Ammoniak und Kali; ihr salzsaures Salz hatte die charakteristisch strahlig krystallinische Beschaffenheit und verwitterte an der Luft; wurde die salzsaure Zirkonerde in Wasser aufgelöst und ein Stück schwefelsaures Kali hineingestellt, so entstand ein so bedeutender weifser Niederschlag, dafs die Flüssigkeit zuletzt breiartig von demselben wurde. Die von diesem Niederschlage mit Wasser ausgewaschene Flüssigkeit hielt jedoch noch Zirkonerde aufgelöst; diese wurde mit Ammoniak gefällt, wieder in salzsaures Salz verwandelt und abermals einer Behandlung mit schwefelsaurem Kali unterworfen. Als diefs zum dritten Male geschehen war, enthielt die vom Niederschlage getrennte Flüssigkeit nur noch eine Spur Zirkonerde aufgelöst. Wurde die Solution der salzsauren Erde in eine concentrirte Lösung von kohlensaurem Ammoniak getropft, so entstand kein Niederschlag.

Dafs von den eben angegebenen Bestandtheilen nur Kieselerde, Zirkonerde und vielleicht Wasser zu den wesentlichen gehören, die übrigen aber von zufälligen Einmengungen herrühren, kann mit Sicherheit angenommen werden. Da der Malakon sehr häufig in Begleitung des Polykrases und zuweilen auch des Ytterspaths angetroffen wird, so kann es leicht geschehen, dafs selbst ausgesuchte Stücke desselben nicht ganz frei von Einmengungen der genannten beiden Mineralien sind. Was diese Meinung sehr unterstützt, ist der Umstand, dafs, aufser den angegebenen Bestandtheilen, auch noch Spuren von Titansäure, Ceroxydul und Phosphorsäure aufgefunden wurden. Sind aber jene drei Bestandtheile die allein wesentlichen, so ergiebt sich daraus die chemische Formel:

$$2\ddot{\bar{Z}}r\ddot{S}i + \dot{H},$$

nach welcher die Zusammensetzung des Minerals seyn sollte:

Kieselerde	32,43
Zirkonerde	64,06
Wasser	3,51
	100,00.

Der Malakon wäre also hiernach ein wasserhaltiger Zirkon, welcher durch Glühen, nach Verlust seines Wassers und unter eintretendem pyrognomischen Phänomen, in gewöhnlichen Zirkon umgewandelt wird. Sein spec. Gewicht nach dem Glühen, $= 4,22$, würde vielleicht noch etwas höher ausgefallen und dem des Zirkons näher gekommen seyn, wenn die geglühten und sicher von vielen Sprüngen [1]) durchzogenen Krystalle vor der Wä-

1) Dafs sich solche Sprünge, von grofser Feinheit, beim Glühen des Malakons wirklich bilden, geht daraus hervor, dafs die, zur genauen Bestimmung ihres specifischen Gewichts, in kochendem Wasser erhitzten und vorher geglühten Krystalle, nach dem Trocknen an einem erwärmten Orte, etwa 1 Proc. Wasser hartnäckig zurückhalten, was erst beim abermaligen Glühen wieder ausgetrieben wird.

gung gepulvert worden wären. Da ich aber eben keine bedeutende Anzahl dieser Krystalle besitze, so konnte ich mich bis jetzt nicht zu diesem Experimente entschliefsen. Jedenfalls ist die sehr bedeutende Zunahme seines spec. Gew. und sein verändertes Verhalten nach dem Glühen gegen Flufssäure hinreichend, um die Ansicht zu begründen, *dafs sich die Zirkonerde im Malakon in einem anderen isomerischen Zustande als im Zirkon befindet; dafs sie aber durch Glühen, unter Lichterscheinung, in dieselbe Modification übergeht, in welcher sie im Zirkon enthalten ist.* Vielleicht ist sogar der verschiedene isomerische Zustand der Zirkonerde der einzige wesentliche Unterschied, welcher zwischen Zirkon und Malakon stattfindet, und jene 3,03 Proc. Wasser sind nur als unwesentlich zu betrachten. Alsdann wäre die chemische Formel für

$$\text{Malakon} = \dddot{\text{Z}}\text{r}_a \dddot{\text{S}}\text{i} \qquad \text{Zirkon} = \dddot{\text{Z}}\text{r}_b \dddot{\text{S}}\text{i}.$$

Ich halte diese Ansicht für wahrscheinlicher als die zuerst ausgesprochene, einestheils weil ein wirkliches Hydrat mit einem so geringen Wassergehalte wie der Malakon, meines Wissens, noch nie beobachtet worden ist, und anderentheils weil solche Fälle keineswegs selten sind, in denen Mineralien veränderliche Quantitäten erst in der Glühhitze entweichenden Wassers enthalten. In Beziehung auf den letzten Umstand brauche ich z. B. nur auf einige Gadolinite, Orthite und Eläolithe aufmerksam zu machen, welche wohl von Keinem, trotz ihres zuweilen nicht unbedeutenden Wassergehalts, als wirkliche Hydrate betrachtet werden.

XV. *Ueber eine Verbindung von Blausäure mit Bittermandelöl; von Dr. C. Voelckel.*

Diese Verbindung wird erhalten, wenn man Bittermandelwasser, wie bei der Darstellung der Mandelsäure, mit Salzsäure vermischt, und bei einer Temperatur abdampft, die nicht ganz bis zum Siedpunkt des Wassers steigen darf; sie scheidet sich, wenn die Flüssigkeit auf ein kleines Volumen concentrirt ist, beim Erkalten als ein gelblich gefärbter öliger Körper ab, den man, um ihn frei von anhängender Salzsäure zu erhalten, einigemal mit reinem Wasser schüttelt, und darauf, um alles Wasser zu entfernen, einige Zeit unter der Luftpumpe über concentrirter Schwefelsäure stehen läfst. Dieser Körper besitzt merkwürdigerweise kaum einen Geruch, er verändert sich nicht an der Luft, ist in Wasser schwerlöslich, in Alkohol und Aether dagegen leicht löslich; die wäfsrige Lösung reagirt neutral und besitzt einen bittern Geschmack. Er hat ein spec. Gewicht von 1,124, und wird beim Erhitzen, und zwar schon theilweise bei 100° C., zersetzt, indem sich bei dieser Temperatur geringe Mengen von Bittermandelöl verflüchtigen; beim Siedpunkt (170° C.) zerlegt er sich in Blausäure und Bittermandelöl. Mit Kali in Berührung gebracht, wird sogleich, unter Bildung von Cyankalium, Bittermandelöl frei; mit concentrirter Salzsäure abgedampft, giebt er, unter Aufnahme von Wasser, Mandelsäure und Ammoniak.

0,289 Grm. gaben 0,761 Grm. Kohlensäure und 0,139 Grm. Wasser, entsprechend 71,98 Proc. Kohlenstoff und 5,34 Proc. Wasserstoff.

Der Stickstoff wurde in der Form von Cyansilber bestimmt, indem man eine abgewogene Menge des Körpers in Alkohol auflöste, Ammoniak hinzusetzte, darauf sal-

petersaures Silberoxyd und zuletzt bis zur sauren Reaction Salpetersäure; das niedergeschlagene Cyansilber wurde ausgewaschen, getrocknet und geglüht.

0,425 Grm. lieferten auf diese Weise 0,362 Proc. metallisches Silber, entsprechend 11,01 [1]) Proc. Stickstoff.

Diefs giebt:

		Berechnet.	Gefunden.
16 At. Kohlenstoff	=1201,92	72,21	71,98
14 At. Wasserstoff	= 87,50	5,25	5,34
2 At. Stickstoff	= 175,00	10,51	11,01
2 At. Sauerstoff	= 200,00	12,03	11,67
Atomengewicht	=1664,42	100,00	100,00.

Dieser Körper kann daher betrachtet werden als eine Verbindung von 1 At. Bittermandelöl: $C_{14}H_{12}O_2$, und 1 At. Blausäure: $C_2N_2H_2$; es erklärt sich nun sehr leicht seine Zersetzung unter Aufnahme der Bestandtheile von 3 At. Wasser in Mandelsäure $+(C_{16}H_{14}O_5 + Aq = C_2H_2O_3 . C_{14}H_{12}O_2 + Aq)$ und Ammoniak. Auf jeden Fall geht der Entstehung der Mandelsäure beim Abdampfen von Bittermandelwasser mit Salzsäure bis zur Trockne die Bildung dieses Körpers voraus.

XVI. *Ueber die Bildung von Kupfersäure; von Krüger.*

Obgleich mir die Darstellung dieser aufserordentlich leicht zersetzbaren Säure im freien Zustande bis jetzt noch nicht gelungen ist, so glaube ich doch, dafs eine Notiz über die Bereitung mehrerer ihrer Salze nicht ganz ohne Interesse seyn wird.

1) Dieser Ueberschufs an Stickstoff rührt wahrscheinlich von einer kleinen Menge Salzsäure her, die dem Körper noch anhing.

Das beständigste Salz dieser Säure ist wohl das des Kalks. Um dasselbe darzustellen wird gebrannter Marmor in Chlorkalk verwandelt, dieser mit Wasser angerührt und salpetersaures Kupferoxyd hinzugesetzt. Zuerst entsteht ein grünlicher Niederschlag, welcher sich bald dunkler färbt, und endlich eine schön carmoisinrothe Farbe annimmt. Während dieser Zeit geschieht eine reichliche Entwicklung von Sauerstoffgas, welche mehrere Wochen dauert, wobei der Niederschlag seine Farbe allmälig in blau verändert und zuletzt ganz in Kupferoxydhydrat übergeht. Eine halbe Unze salpetersaures Kupferoxyd mit Chlorkalk behandelt, giebt innerhalb 24 Stunden mehr als ein Quart Sauerstoffgas, welches ganz frei von Chlor ist.

Versucht man diesen rothen Niederschlag auf einem Filtrum oder auch in verschlossenen Gefäfsen auszuwaschen, so entweicht Sauerstoff, und Kupferoxydhydrat bleibt zurück. Auch nicht mittelst Zersetzung des kupfersauren Kalks durch Auflösungen anderer Salze gelingt es die Säure an eine andere Base zu binden; kohlensaures Kali und Natron, phosphorsaures Natron, oxalsaures Kali, Chlorbaryum und andere Salze wurden hiezu vergebens versucht. Freie Säuren entwickeln sogleich Chlorgas, da das eingemengte Chlorcalcium nicht entfernt werden kann.

Kupfersaures Baryt entsteht auf ähnliche Art, wenn zu unterchlorigsaurer Baryterde salpetersaures Kupferoxyd gesetzt wird. Es ist gleichfalls ein intensiv rother Niederschlag.

Kupfersaures Kali und *Natron* entstehen, wenn man Kupferoxydhydrat in Kalilauge vertheilt und langsam einen Strom Chlor hindurchleitet, wobei man das Gefäfs möglichst kalt erhält. Sobald man eine Gasentwicklung in der Flüssigkeit bemerkt, welche eine schmutziggrüne Farbe angenommen hat, unterbricht man den Strom des Chlorgases, worauf man nach einiger Zeit eine schön

rothe Auflösung von kupfersaurem Kali erhält, welche in der Farbe Aehnlichkeit mit dem eisensauren Kali hat. Sehr bald verschwindet aber die Farbe wieder, indem stürmisch Sauerstoff entweicht, und ein schwarzer Niederschlag von Kupferoxyd, welcher noch unterchlorige Säure enthält, setzt sich zu Boden, von welchem noch nach mehreren Tagen Gasblasen aufsteigen.

Weder durch höchste Concentration der angewandten Kalilauge, noch durch Verdünnung derselben gelang es, dem kupfersauren Kali mehr Beständigkeit zu geben, weshalb auch eine nähere Untersuchung bis jetzt unmöglich war.

Mittelst der galvanischen Säule gelingt die Bereitung der Kupfersäure nicht, wenigstens wenn dabei wie bei der Darstellung der Eisensäure verfahren wird.

Noch einige Metalloxyde behandelte ich auf gleiche Art mit Kalilauge. Manganoxydhydrat giebt beim längeren Einleiten von Chlor endlich eine Auflösung von übermangansaurem Kali, ohne dafs die Bildung von Mangansäure vorangegangen wäre. Chromoxydhydrat gab eine Auflösung von chromsauren Kali. Bleioxyd gab Bleisuperoxyd. Zinkoxyd blieb ohne merkbare Veränderung.

XVII. *Mechanische Kraft des Niagarafalls.*

Aus 38 Messungen, die der Ingenieur E. R. Blackwell, in Black-Rock, am Niagarastrom, dicht oberhalb des berühmten Wasserfalls, in drei verschiedenen Profilen, über die Tiefe und oberflächliche Geschwindigkeit des Wassers angestellt hat, berechnet Hr. Z. Allen, aus Providence, nach Eytelwein's Formel, folgende Resultate.

In jeder Minute stürzt über die Felsen des Niagarafalls eine Wassermasse von 22 440 000 Kubikfufs oder 167 862 420 Gallonen engl. Maafs, an Gewicht 701 250 Tons oder 1 402 500 000 Pfund.

Setzt man die Höhe des Falls rund auf 160 Fuſs engl., giebt zu, wie gewöhnlich, daſs bei Anwendungen der Wasserkraft ein Drittel verloren gehe, und nimmt mit Watt und Boulton an, eine Pferdekraft sey eine Kraft, die 33 000 Pfd. in einer Minute einen Fuſs hebe, so ist die mechanische Kraft des Niagarafalls

$$\frac{2}{3}\left[\frac{1\,402\,500\,000 \times 160}{33\,000}\right] = 4\,533\,334$$

Pferdekräfte.

Baines in seiner *history of the cotton Manufactures of the United Kingdom of Great Britain in* 1835, schätzt die von der englischen Industrie angewandte mechanische Kraft, ausgedrückt in Pferdekräften, folgendermaſsen:

Durch Dampfkraft	33 000
Durch Wasserkraft	11 000
Bei den Wollen-, Flachs- und anderweitigen Manufacturen	100 000
Bei Dampfschiffen und in Gruben	50 000
Summe im Jahr 1835	194 000
Nimmt man an, daſs seitdem durch Erweiterung der Industrie und Dampfschiffahrt, so wie durch die Eisenbahnen der Kraftverbrauch um 20 Procent gestiegen sey, so würde derselbe im J. 1843 betragen haben	233 000

Erwägt man nun, daſs diese Kraft nur etwa 11 Stunden täglich und 6 Tage wöchentlich in Thätigkeit gesetzt wird, während der Niagarafall seine mächtige Wassermasse Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr ein, in stets gleicher Fülle herabsendet, so ergiebt sich, daſs seine mechanische Kraft zum wenigsten das Vierzigfache von der beträgt, die Groſsbritannien gegenwärtig zu seiner gesammten Industrie verwendet. (Silliman's *Journ. Vol. XLVI p.* 67.)

1844. ANNALEN *No.* 8.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXII.

I. *Chemische Untersuchung des Meteorsteins von Klein-Wenden; von* Carl Rammelsberg.

(Der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegt.)

Der jüngste bekannt gewordene Meteorsteinfall in unseren Gegenden ist derjenige, welcher am 16. September 1843 bei ganz heiterem Himmel in der Nähe des Dorfes Klein-Wenden im Kreise Nordhausen stattfand. Der unter einer Detonation niedergefallene Stein war beim Auffinden noch sehr heifs und wog etwa 6 Pfund. Die näheren Umstände seines Falles sind durch den Hrn. Landrath von Byla ermittelt, und der Bericht darüber an Hrn. von Humboldt mitgetheilt worden [1]). Auf Veranlassung Desselben hat Hr. Professor G. Rose mich mit der zu einer ausführlichen chemischen Untersuchung hinreichenden Quantität des Steins versehen.

Was die mineralogische Beschaffenheit dieses Meteorsteins anbetrifft, so hat G. Rose bereits darauf aufmerksam gemacht, dafs er mit dem am 15. April 1812 bei *Erxleben* in der Nähe von Magdeburg gefallenen sehr grofse Aehnlichkeit besitzt, und die chemische Untersuchung hat diefs vollkommen bestätigt. Er gehört zu jener zahlreicheren Klasse von Meteorsteinen, welche ein Gemenge von Meteoreisen (dessen Hauptbestandtheile bekanntlich Eisen und Nickel sind) und von nichtmetallischen Silicaten darstellen, und welche sich durch diesen Gehalt an metallischem Eisen von den weniger zahlreichen Steinen unterscheiden, deren magnetischer Gemengtheil nur in Schwefeleisen besteht, und wohin die von Alais, Juvenas, Stannern, Jonzac, Bialistock, Lontalax u. s. w. gehören.

1) S. Bericht der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin, vom Januar 1844. S. 26. (Auch Ann. Bd. LX. S. 157.)

Die Grundmasse unseres Meteorsteins erscheint beim ersten Anblick grau, und in ihr liegen die zahlreichen aber sehr kleinen stark glänzenden Flittern des Meteoreisens anscheinend ziemlich gleichmäfsig verbreitet. Unter der Loupe bemerkt man jedoch in dieser Grundmasse ganz deutlich durchscheinende gelbliche und grünliche Parthien, welche ohne Zweifel *Olivin* sind, und neben ihnen, sehr ausgezeichnet, schwarze glänzende Körner, welche auf *Augit* schliefsen lassen. Wiewohl nun kleine Höhlungen in der Steinmasse nicht fehlen, so lassen sich doch deutliche krystallinische Ausscheidungen nicht auffinden. Der metallische Theil hat an einzelnen Stellen eine braune Farbe, welche, wie ich glaube, dem Schwefeleisen (Magnetkies) angehört.

Obwohl das specifische Gewicht des Ganzen als eines Gemenges nicht von grofser Bedeutung seyn kann, so habe ich doch nicht unterlassen, es zu bestimmen. Es ergab sich =3,7006, wobei die Temperatur der Luft =12°,2 R. und die des Wassers =9°,6 R. war. Diefs stimmt ziemlich mit den am Meteorstein von Erxleben gemachten Beobachtungen überein, dessen spec. Gew. angegeben wird zu:

3,599 von Bucholz,
3,60 von Klaproth,
3,61 von Hausmann und Stromeyer,
3,64 von Rumler.

Da die Meteorsteine, wie viele unserer terrestrischen Gebirgsmassen, mechanische Gemenge mehrerer Mineralsubstanzen sind, wie der blofse Augenschein lehrt, so kann eine chemische Untersuchung derselben nur dann erst vollen Werth haben, wenn sie angiebt, welches diese Mineralien sind, und wie viel ihre relative Menge im Stein beträgt. Zu ihrer Trennung von einander müssen mechanische und chemische Mittel gleichzeitig in Anwendung kommen, aber die ersteren können sich da, wo die Gemengtheile so feinkörnig neben und durch einander lie-

gen, nur auf den Gebrauch des Magnets erstrecken, welchem das Meteoreisen, und, wiewohl nicht vollständig, auch das Schwefeleisen (der Magnetkies) folgt. Für die weitere Trennung der übrigen Substanzen giebt es nun kein anderes Mittel als Säuren, deren Anwendung sich darauf gründet, dafs gewisse Silicate (Olivin) dadurch unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt werden, während andere (Augit, Labrador) der Einwirkung nicht zu starker Säuren und bei nicht zu lange fortgesetztem Angriff widerstehen. Allein diese Trennungsmethode, obwohl sie die einzige ist, welche wir in solchen Fällen besitzen, giebt doch keine scharfen Resultate, weil (um bei den drei genannten Mineralien stehen zu bleiben) der Olivin nicht gerade sehr leicht zersetzbar durch Säuren ist, bei weitem weniger z. B., als die meisten Zeolithe, während andererseits, auch wenn man keine sehr concentrirte Säure, keine Siedhitze und längere Zeit zur Digestion anwendet, doch immer ein Theil insbesondere des Labradors zerlegt wird. Es bleibt daher nichts übrig, als durch Rechnung die Menge der einzelnen Substanzen zu bestimmen, wodurch das Resultat freilich theilweise zu einem hypothetischen wird, zu dessen Begründung aber auch physikalische Kriterien beitragen müssen. Wir werden weiterhin die Grundsätze zu entwickeln versuchen, welche bei der Berechnung unserer Meteorsteinanalyse befolgt worden sind.

Der Gang der chemischen Untersuchung des Meteorsteins von Klein-Wenden war im Allgemeinen der, welchen Berzelius in seiner meisterhaften Abhandlung »Ueber Meteorsteine«, *K. Vetenskaps Akademiens Handlingar för år* 1834, und daraus in Poggend. Ann. Bd. 33. S. 1 u. 113. angegeben hat.

6,6935 Grm. wurden grob gepulvert und sodann mit dem Magnet sorgfältig ausgezogen. Diefs mufste trocken geschehen, weil, wie ein besonderer Versuch gelehrt hatte, unter Wasser der magnetische Theil sich schnell oxydirt.

Der letztere, dem immer etwas anhängende Steinmasse folgt, wurde in einem Achatmörser zerdrückt, von neuem mit dem Magnet behandelt, und diese Operation noch zweimal wiederholt. Das so erhaltene Eisen zeigte nun unter der Loupe nur hie und da ein Körnchen ansitzender Silicate, und sein Gewicht betrug 1,178. Danach enthält unser Meteorstein:

Magnetischen Theil	18,37 Proc.
Unmagnetischen Theil	81,63 -
	100.

In einem anderen Versuche ergab sich diefs Verhältnifs = 20,34 : 79,66.

Die Analyse theilt sich nun in:

I. Die des magnetischen, und II. Die des nichtmagnetischen Theils.

I. Magnetischer Theil.

Bekanntlich giebt es Meteormassen, welche gänzlich aus diesem Theil bestehen, und die deswegen *Meteoreisen* genannt werden. Ihr spec. Gew. ist vielfach bestimmt worden, noch neuerlich insbesondere von Rumler [1]). Man hat es meistens zwischen 7 und 8, selten unter 7 gefunden. Ich habe es versucht, eine solche Bestimmung auch an dem Eisen des untersuchten Meteorsteins zu machen, und dabei 7,513 als Resultat erhalten.

Ein Theil der Substanz wurde nun mit einer zuvor erhitzten Mischung von Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure übergossen, wobei eine heftige Einwirkung erfolgte, und sich alles bis auf eine sehr kleine Menge Kieselsäure auflöste. Das Ganze wurde im Wasserbade zur Trockne verdunstet, der Rückstand mit Chlorwasserstoffsäure und Wasser behandelt, und die kleine Menge Kieselsäure abfiltrirt. Aus der Flüssigkeit schlug nur Chlorbaryum die durch Oxydation des Schwefels entstandene Schwefelsäure nieder, worauf der Barytüberschufs durch

1) P. Partsch, die Meteoriten im K. K. Hof-Mineralienkabinet in Wien. 1843. S. 147.

Schwefelsäure entfernt wurde. Ein Strom Schwefelwasserstoffgas bewirkte nun einen Niederschlag, hauptsächlich aus Schwefel bestehend, in welchem sich jedoch kleine Mengen von Kupfer und Zinn, aber kein Arsenik nachweisen liefsen. Die nach seiner Abscheidung durch Abdampfen concentrirte Auflösung wurde mit Salpetersäure oxydirt, mit Ammoniak genau neutralisirt und mit einer Auflösung von krystallisirtem bernsteinsaurem Natron gefällt. Aus dem Filtrat wurde das Nickel durch Ammoniumsulfhydrat niedergeschlagen, das Schwefelnickel gebrannt, in Königswasser aufgelöst und mit Kali gekocht. Das so erhaltene Nickeloxyd zeigte, vor dem Löthrohr in der Reductionsflamme mit Zinn behandelt, eine schwache Kobaltreaction.

Die vom Nickel befreite Flüssigkeit wurde mit Chlorwasserstoffsäure sauer gemacht, etwas verdampft und dann mit Ammoniak übersättigt. Oxalsäure und phosphorsaures Natron schlugen sodann sehr kleine Mengen Kalk- und Talkerde nieder, Natriumsupersulfuret fällte noch einen Rückhalt an Nickel aus, und beim Verdunsten der Flüssigkeit zur Trockne und Wiederauflösen blieb noch ein wenig Kieselsäure zurück.

Das Eisenoxyd wurde nach dem Glühen mit kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen; aus der durch Auslaugen erhaltenen alkalischen Flüssigkeit fällte Chlorcalcium, nachdem die Kohlensäure sorgfältig entfernt war, eine geringe Menge einer Substanz, welche ohne Zweifel phosphorsaurer Kalk war.

Nach Abzug von Kieselsäure, Kalk- und Talkerde wurden auf diese Weise erhalten:

Eisen	88,892
Nickel (Co)	10,319
Zinn	0,348
Kupfer	0,212
Schwefel	0,122
Phosphor	0,107
	100.

Man darf wohl annehmen, dafs der Schwefel in Verbindung mit Eisen, als Magnetkies (Eisensulfuret) vorhanden sey, wiewohl der gröfsere Theil, wegen schwachen oder mangelnden Magnetismus, bei den Silicaten blieb. Nun erfordern 0,122 Schwefel 0,206 Eisen, und bilden 0,328 Fe, so dafs der Rest folgende Zusammensetzung hat:

Eisen	88,980
Nickel (Co)	10,351
Zinn	0,349
Kupfer	0,213
Phosphor	0,107
	100.

In welcher Verbindung der Phosphor mit einem Theil Eisen enthalten sey, läfst sich nicht bestimmen.

Dieses Meteoreisen hat demnach ganz die Zusammensetzung desjenigen aus der Pallasmasse und von Elbogen, denn nach Berzelius enthält:

	Das erstere.	Das letztere.
Eisen	88,042	88,231
Nickel	10,732	8,517
Kobalt	0,455	0,762

In allen diesen Substanzen sind gegen 1 At. Nickel ungefähr 9 At. Eisen vorhanden.

II. Nichtmagnetischer Theil.

Die Probe wurde zunächst fein zerrieben und geschlämmt, wobei es sich zeigte, dafs noch eine gewisse Menge des magnetischen Theils dabei geblieben war, welche auf diese Weise entfernt werden konnte.

Die in gelinder Wärme getrocknete Substanz wurde in einem Platingefäfse mit mäfsig starker Chlorwasserstoffsäure digerirt, wobei Schwefelwasserstoffgas entwich. Die Bestimmung des vom Schwefeleisen herrührenden Schwefels wurde hier unterlassen, und später besonders ausge-

führt, um den analytischen Gang nicht zu verwickeln. Das Ganze wurde sodann im Wasserbade zur Trockne gebracht, die Masse mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet und mit Wasser ausgezogen. Die Auflösung der Basen des zersetzten Antheils (*A.*) wurde von der Kieselsäure desselben und von dem unzersetzten Antheil (*B.*) abfiltrirt.

A. Die Flüssigkeit, mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt, gab eine geringe Menge Kupfer mit Spuren von Zinn. Sie wurde sodann zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs eingedampft und mit Salpetersäure oxydirt. Durch Ammoniak und bernsteinsaures Natron ward das Eisen abgeschieden, und mittelst Ammoniumsulfhydrat etwas Nickel und Mangan gefällt, deren relative Mengen, wenigstens annähernd, durch Schmelzen der mittelst Kali gefällten Oxyde mit kohlensaurem Natron und Salpeter bestimmt wurden, wobei das Mangan als Mangansäure durch Wasser sich ausziehen liefs.

Aus der von beiden Metallen befreiten Flüssigkeit fällte Oxalsäure etwas Kalkerde, und sodann phosphorsaures Natron die Talkerde. Wahrscheinlich enthielt die Flüssigkeit auch eine sehr geringe Menge Alkali, von dem feldspathartigen Bestandtheil (Labrador) des Steines herrührend, deren Bestimmung jedoch bei dem beschriebenen Gang der Analyse vernachlässigt werden mufste.

B. Das durch die Einwirkung der Säure erhaltene Gemenge von Kieselsäure und von den unzersetzbaren Silicaten wurde mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron zweimal kochend behandelt, wodurch sich die Kieselsäure auflöste, deren Menge durch Abdampfen der mit Chlorwasserstoffsäure sauer gemachten Auflösung zur Trockne und Behandlung der Masse mit saurem Wasser bestimmt wurde. Hiebei zeigte es sich, was auch in anderen ähnlichen Fällen bereits beobachtet worden, dafs eine kochende concentrirte Auflösung von kohlensaurem Natron nicht ganz ohne Wirkung auf Silicate ist, welche von Säuren nur schwierig zersetzt werden, denn die Flüs-

sigkeit, aus der die Kieselsäure abgeschieden war, enthielt bei weiterer Prüfung noch kleine Mengen Eisenoxyd, Thonerde, Kalk- und Talkerde, welche besonders bestimmt wurden.

Das, was sich im kohlensauren Natron nicht auflöste, wurde, nachdem sein Gewicht bestimmt worden, in einer Platinschale mit Fluorwasserstoffsäure übergossen, und nach zwölfstündigem Stehen im Wasserbade zur Trockne gebracht. Alsdann setzte man Schwefelsäure hinzu, und verjagte zuletzt in stärkerer Hitze den gröfsten Theil des Schwefelsäureüberschusses. Nachdem die Masse, mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, einige Zeit gestanden hatte, wurde sie mit Wasser behandelt, und von dem Unaufgelösten (*C*) abfiltrirt.

Schwefelwasserstoffgas schlug eine ganz geringe Menge zinnhaltigen Kupfers nieder.

Nach dem Verjagen des überschüssigen Gases und der Oxydation des Eisens wurde mit kohlensaurem Ammoniak neutralisirt und gekocht. Der Niederschlag enthielt die Thonerde und das Eisenoxyd, neben kleinen Mengen Kalk- und Talkerde, welche nach bekannten Methoden getrennt wurden. Die Flüssigkeit, mit Ammoniak übersättigt, wurde mit Ammoniumsulfhydrat vom Nickel, und durch Oxalsäure vom Kalk befreit. Aufgelöst blieben nun noch die Talkerde und die Alkalien, welche zunächst in Summa als schwefelsaure Salze bestimmt wurden, wonach man die Talkerde durch Barytwasser abschied, und das Kali in Form von Kaliumplatinchlorid bestimmte.

Der Rückstand *C*, welcher eine dunkle Farbe besafs, wurde mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Natron in glühenden Flufs gebracht, und die gelbe Salzmasse nach dem Erkalten mit Wasser ausgezogen. Die gelbe, Chromsäure enthaltende Flüssigkeit, von dem Rückstande abfiltrirt, wurde mit Salpetersäure neutralisirt, mit salpetersaurem Quecksilberoxydul und einigen

Tropfen Ammoniak gefällt. Der Niederschlag gab nach dem Glühen Chromoxyd.

Aus der Auflösung des Rückstandes in Chlorwasserstoffsäure wurde durch Ammoniak das Eisen gefällt, und aufserdem noch Spuren von Kalk und etwas Talkerde gefunden.

Zur Bestimmung des Schwefels in dem nichtmagnetischen Theile des Meteorsteins wurde eine neue Portion desselben durch Digestion mit Königswasser zersetzt, und der abgeschiedene Schwefel sowohl, als die entstandene Schwefelsäure, letztere durch Chlorbaryum, bestimmt.

Die Resultate dieser Untersuchung des nichtmagnetischen Theils vom Meteorstein sind nun folgende:

100 Th. desselben wurden zerlegt in:

48,255 durch Säuren zersetzbaren Antheil $= A$.
51,745 - - unzersetzbaren Antheil $= B$.

A.

Kieselsäure	31,206
Talkerde	37,331
Eisen (metallisch)	23,665
Nickel	0,961
Manganoxydul	0,148
Kalkerde	1,674
Kupferoxyd	0,159
Schwefel	5,264
	100,408

B.

Die angeführten 51,745 Proc. dieses Theils enthielten 1,154 Chromeisen, welches in nachstehender Uebersicht abgezogen ist:

Kieselsäure	51,068
Thonerde	0,077
Eisenoxydul	11,063
Talkerde	22,072
Kalkerde	4,795
Nickeloxyd	0,203
Kupferoxyd	0,152
Kali	0,921
Natron	0,768
	100.

Das *Chromeisen* (in welchem wahrscheinlich ein Theil Chromoxyd durch Eisenoxyd ersetzt ist) hatte folgende Zusammensetzung:

Chromoxyd	59,85
Eisenoxydul	27,93
Talkerde u. Verlust	12,22
	100.

Versuchen wir nun zuvörderst die Deutung der Resultate von *A*, so ist klar, dafs ein Theil des Eisens in metallischer Form vorhanden und mit dem Nickel verbunden seyn mufs, da die mechanische Trennung von dem magnetischen Theil keine absolute seyn kann, wie auch die Loupe nachweist. Aufser diesem Nickeleisen ist Schwefeleisen vorhanden, dessen Menge sich berechnen läfst, wenn man vom Schwefel ausgeht.

Es ist nämlich in hohem Grade wahrscheinlich, dafs das Schwefeleisen, welches in den Meteorsteinen vorkommt, nicht sowohl Schwefelkies, als Magnetkies sey, wenigstens hat die mineralogische und chemische Prüfung diefs in solchen Fällen nachgewiesen, wo die Substanz in gröfseren Mengen ausgeschieden vorkommt, wie z. B. in dem Meteorstein von Juvenas, in welchem G. Rose die Gegenwart des Magnetkieses aus den Resultaten krystallo-

graphischer Messung und des Löthrohrverhaltens bestimmt dargethan hat [1]).

Bekanntlich hält man den Magnetkies für eine Verbindung von 7 At. Eisen und 8 At. Schwefel, indem man sich vorstellt, dafs er $\acute{F}e^6 + \ddot{F}e$ oder $\acute{F}e^5 + \dddot{F}e$ sey, was indessen eine sehr ungewöhnliche, bei anderen Sulfureten nicht wiederkehrende Verbindungsweise ist. Die verschiedenen Analysen haben etwa 60 Proc. Eisen gegeben, so z. B. die von H. Rose, welcher in dem Magnetkies von Bodenmais 60,52 Proc. Metall fand.

Es fehlt indessen nicht an Gründen, welche es wahrscheinlich machen, dafs diese Substanz eigentlich nichts als Eisensulfuret, $\acute{F}e$, sey, wonach der Eisengehalt nur wenig mehr als um 2 Proc. gröfser seyn müfste, nämlich 62,77 Proc., und in der That, wenn man Stücke des Minerals von Bodenmais näher betrachtet, so findet man, dafs Schwefelkies dasselbe sehr häufig durchdringt, obgleich nicht an allen Stellen so deutlich gesondert, dafs seine Gegenwart sich leicht wahrnehmen liefse. Aber selbst in dem ganz gleichartig erscheinenden Fossil kann etwas Schwefelkies enthalten seyn, weil die Sulfurete des Eisens ohne Zweifel gleich denen anderer Metalle im geschmolzenen Zustande gegenseitig als Auflösungsmittel bis zu einer gewissen Gränze wirken. Ein solcher Schwefelkiesgehalt mufs offenbar die Menge des Eisens vermindern, da das Bisulfuret nur 45,74 Proc. Eisen enthält.

Frankenheim sieht es als entschieden an, dafs der Magnetkies $\acute{F}e$ sey, weil derselbe mit dem Haarkies $= \acute{N}i$, und dem Greenockit $= \acute{C}d$ isomorph ist [2]).

Dieser Ansicht beitretend, können wir aus dem Schwefel im Meteorstein die Menge des Magnetkieses berechnen.

5,264 Schwefel verbinden sich nämlich mit 8,875 Eisen zu 14,139 Magnetkies $= \acute{F}e$.

1) Poggend. Ann. Bd. IV. S. 180.
2) System der Krystalle. Breslau 1842. S. 55., 58.

Andererseits läfst sich aus der Menge des Nickels wenigstens annähernd, berechnen, wie viel von dem magnetischen Nickeleisen den Silicaten noch beigemengt war, indem jenes auf 10,36 Nickel 89 Eisen enthält. Demnach würden 0,961 Nickel 8,26 Eisen erfordern, um 9,221 Nikkeleisen zu bilden [1]).

Ziehen wir nun das Eisen von beiden Verbindungen von der Gesammtmenge ab, so erhalten wir den Theil, welcher als Oxydul mit den übrigen Basen und der Kieselsäure verbunden ist zu einem Silicat, und der zersetzbare Theil würde sonach zerfallen in:

Eisen	8,875	Eisen	8,260	Kieselsäure	31,206
Schwefel	5,264	Nickel	0,961	Talkerde	37,331
Magnetkies	14,139	Nickeleisen	9,221	Eisenoxydul	8,456 = 6,58 Fe
				Manganoxydul	0,148
				Kalkerde	1,674
				Silicat	78,815

Oder dieses Silicat würde in 100 Th. enthalten:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	39,60	20,57	
Talkerde	47,37	18,33	21,39
Eisenoxydul	10,72	2,43	
Manganoxydul	0,19	0,04	
Kalkerde	2,12	0,59	
	100.		

Es ist folglich ein Drittelsilicat, d. h. *Olivin*, wie auch im Voraus es wahrscheinlich war.

Vielleicht ist darin noch eine kleine Menge des durch Säuren wenig zersetzbaren Silicats (Labrador) enthalten, und der Kalkgehalt dem meteorischen Olivin so fremd wie dem terrestrischen.

Vergleichen wir übrigens diefs Resultat mit demjenigen, welches Berzelius bei der Analyse des Olivins aus

1) Nur ein sehr kleiner Theil dieses Nickelgehalts könnte dem Silicat (Olivin) angehören.

der Pallasmasse erhalten hat, so leuchtet die vollkommene Uebereinstimmung ein. Berzelius fand nämlich:

Kieselsäure	40,86
Talkerde	47,35
Eisenoxydul	11,72
Manganoxydul	0,43
Zinnoxyd	0,17
	100,53

Wir kommen jetzt zu dem durch die Säure nicht zersetzten Theil des Meteorsteins, welcher nothwendig ein Gemenge seyn muſs, da einerseits der Meteorstein ein schwarzes Mineral enthält, welches sehr wahrscheinlich *Augit* ist, andererseits die Menge desselben im Steine augenscheinlich zu gering ist, und die Analyse einen Alkaligehalt ergiebt, welcher dem Augit fehlt. Es muſs also neben diesem noch ein feldspathartiges Mineral vorhanden seyn, dessen Natur zu bestimmen wäre, was hier aber nur durch Rechnung geschehen kann.

Vor einiger Zeit habe ich den Versuch gemacht, die Natur dieses Gemenges bei mehreren Meteorsteinen zu deuten [1]), und es schien sich daraus zu ergeben, daſs dasselbe zuweilen aus Albit und Hornblende (M. von Chateau-Renard), theils aus Labrador und Hornblende (M. von Blansko und von Chantonnay) bestehe. Dieser letzten Ansicht läſst sich indessen die Thatsache entgegensetzen, daſs die an Kieselsäure reichere Hornblende in terrestrischen Gesteinen noch niemals mit Labrador zusammen gefunden wurde, sondern statt ihrer Augit, wie es auch in dem Meteorstein von Juvenas, von Stannern und wohl auch anderen der Fall ist. Wir werden sogleich sehen, unter welcher Annahme in der That die Gegenwart des Augits bestimmt, und seine Menge berechnet werden kann.

Geht man in dem vorliegenden Fall davon aus, daſs

1) Poggend. Ann. Bd. LX. S. 130.

Labrador vorhanden sey, und ihm die Thonerde in *B* angehöre, so läfst sich seine Menge leicht nach der Formel $(\dot{C}a, \dot{K}, \dot{N}a)\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}$ berechnen. *B* zerfällt dann in:

Labrador.		Sauerstoff.	
Kieselsäure	16,282		8,46
Thonerde	9,077		4,23
Kalkerde	3,843	1,08	
Kali	0,921	0,15	1,41
Natron	0,708	0,18	
	30,831		

Rest.		Sauerstoff.	
Kieselsäure	34,727		18,04
Talkerde	22,072	8,54	
Eisenoxydul	11,063	2,52	11,32
Kalkerde	0,952	0,26	
	68,814		

Dieser Rest ist aber weder Hornblende noch Augit, denn er enthält viel zu wenig Kieselsäure, und doch ist eins dieser beiden Mineralien im Meteorstein vorhanden, obwohl nicht in solcher Menge, wie es hiernach scheint.

Die Deutung wird ganz leicht, wenn man es wahrscheinlich findet, dafs in jenem Rest noch eine gewisse Menge Olivin stecke, die der Zersetzung durch die Säure entgangen war. Diese Annahme ist höchst wahrscheinlich, wenn man sieht (ein directer Versuch lehrte diefs), dafs Olivin, feingepulvert, von nicht zu starker Chlorwasserstoffsäure in kürzerer Zeit nie vollständig zersetzt wird. Durch die Rechnung findet man dann, dafs der Rest besteht aus:

Olivin.		Sauerstoff.
Kieselsäure	8,853	4,6
Talkerde	10,853	4,2
Eisenoxydul	1,757	0,4
	21,463	

Augit.		Sauerstoff.	
Kieselsäure	25,874		13,44
Talkerde	11,219	4,34	
Eisenoxydul	9,306	2,12	6,72
Kalkerde	0,952	0,26	
	47,351		

wonach dieser Augit in 100 Th. enthält:

Kieselsäure	54,64
Talkerde	23,69
Eisenoxydul	19,66
Kalkerde	2,01
	100.

100 Th. des unzersetzbaren Theils enthielten mithin:

Olivin	21,463
Labrador	30,831
Augit	47,351
	99,645

Folgendes Schema zeigt nun die Resultate der Analyse und Rechnung für 100 Theile des Meteorsteins:

100 Meteorstein

18,37 magnet. Theil — 81,63 nichtmagnet. Theil

18,31 Nickeleisen 0,06 FeS — 39,29 zersetzb. Th. — 42,34 unzersetzb. Th.

39,29 zersetzb. Th.: 5,55 Schwefeleisen, 4,59 Nickeleisen, 29,15 Olivin

42,34 unzersetzb. Th.: 41,30 Silikate — 1,04 Chromeisen

41,30 Silikate: 8,864 Olivin, 12,732 Labrador, 19,704 Augit.

Oder:

Nickeleisen	22,904
Chromeisen	1,040
Magnetkies	5,615
Olivin	38,014
Labrador	12,732
Augit	19,704
	100,009

Oder als Ganzes:

Schwefel	2,09
Phosphor	0,02
Eisen	23,90
Nickel	2,37
Zinn	0,08
Kupfer	0,05
Chromoxyd	0,62
Kieselsäure	33,03
Talkerde	23,64
Eisenoxydul	6,90
Thonerde	3,75
Kalkerde	2,83
Manganoxydul	0,07
Kali	0,38
Natron	0,28
	100,01

Labrador vorhanden sey, und ihm die Thonerde in *B* angehöre, so läfst sich seine Menge leicht nach der Formel $(\dot{Ca}, \dot{K}, \dot{Na})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$ berechnen. *B* zerfällt dann in:

Labrador.			
		Sauerstoff.	
Kieselsäure	16,282		8,46
Thonerde	9,077		4,23
Kalkerde	3,843	1,08	1,41
Kali	0,921	0,15	
Natron	0,708	0,18	
	30,831		

Rest.			
		Sauerstoff.	
Kieselsäure	34,727		18,04
Talkerde	22,072	8,54	11,32
Eisenoxydul	11,063	2,52	
Kalkerde	0,952	0,26	
	68,814		

Dieser Rest ist aber weder Hornblende noch Augit, denn er enthält viel zu wenig Kieselsäure, und doch ist eins dieser beiden Mineralien im Meteorstein vorhanden, obwohl nicht in solcher Menge, wie es hiernach scheint.

Die Deutung wird ganz leicht, wenn man es wahrscheinlich findet, dafs in jenem Rest noch eine gewisse Menge Olivin stecke, die der Zersetzung durch die Säure entgangen war. Diese Annahme ist höchst wahrscheinlich, wenn man sieht (ein directer Versuch lehrte diefs), dafs Olivin, feingepulvert, von nicht zu starker Chlorwasserstoffsäure in kürzerer Zeit nie vollständig zersetzt wird. Durch die Rechnung findet man dann, dafs der Rest besteht aus:

Olivin.		
		Sauerstoff.
Kieselsäure	8,853	4,6
Talkerde	10,853	4,2
Eisenoxydul	1,757	0,4
	21,463	

Augit.			
		Sauerstoff.	
Kieselsäure	25,874		13,44
Talkerde	11,219	4,34	6,72
Eisenoxydul	9,306	2,12	
Kalkerde	0,952	0,26	
	47,351		

wonach dieser Augit in 100 Th. enthält:

Kieselsäure	54,64
Talkerde	23,69
Eisenoxydul	19,66
Kalkerde	2,01
	100.

einer bestimmten Fläche, auf welcher ein Bild entstehen soll, stets eine gleiche Empfindlichkeit, wenigstens gegen eine der erzeugenden Ursachen, zu ertheilen. Hr. Dr. Waidele sagt in seinem sehr beachtenswerthen Aufsatz, Annalen Bd. 59. S. 257., dafs die Platten zu Ende der Präparation, bei gleicher Politur und Reinheit, oft in sehr verschiedenen Zuständen sich befinden; ich mufs diefs nach meinen zahlreichen Versuchen vollkommen bestätigen. Wenn man auch immer dieselben Putzmittel anwendet und die Platten möglichst gleich behandelt, so scheinen sie doch nicht jederzeit dieselbe Empfindlichkeit zu haben; man würde sich jedoch auch irren, wenn man jede beobachtete Unempfindlichkeit der Platte wirklich denselben zuschreiben wollte, da es mannigfache Ursachen geben kann, und wirklich auch giebt, welche der Erzeugung sowohl eines elektrischen, als auch besonders eines Moser'schen Bildes hindernd entgegentreten. Bei meinen Versuchen mit dem Daguerreotyp habe ich mich fast stets der von Daguerre angegebenen Putzmittel und Methode mit gutem Erfolg bedient, obgleich die Anwendung anderer Mittel mir nicht unbekannt war, namentlich lernte ich die Anwendung des gebrannten Hirschhorn von Prof. Steinheil im Jahre 1840. Letzteres, oder gebrannte Knochen, haben den Vortheil, dafs bei dem letzten trocknen Abputzen der Platte das Putzmittel nicht so stark an der Platte haftet als diefs bei dem Tripel der Fall ist, und man daher die Platte leichter rein erhält; bedient man sich des frisch ausgetrockneten Tripels, so geschieht es auch zuweilen, dafs derselbe, besonders auf den Stellen, wo er etwas dick aufgestreuet wurde, bei dem letzten trocknen Putzen sich gewissermafsen in die Platte einfrifst und Flecke macht, die nur durch neue Anwendung einer Flüssigkeit zu entfernen sind. Dafs aber die Bilder im Daguerreotyp besser würden, wenn man sich des einen oder anderen Putzmittels bedient, kann ich aus eigener Erfahrung nicht sagen, jedoch habe ich auch nur stets Abbildungen unbe-

wegter Gegenstände verfertigt. Im vorigen Jahre hielten sich jedoch zwei Daguerreotypisten einige Zeit hindurch hier auf; der eine putzte mit Baumwolle, gebrannten Knochen und *spirit. nitri dulcis*, der andere mit Baumwolle, Tripel und Salpetersäure, und beide verfertigten gleich gute Portraits. Das Anhaften des trocknen Putzmittels an der Platte ist aber ein Uebelstand, der sowohl bei heliographischen als thermographischen Versuchen störend wirkt und sorgfältig vermieden werden mufs; nur ist er nicht jederzeit leicht zu erkennen, besonders wenn man die Platten nicht bei Tageslicht vorbereitet. Die Farbe des Hauchs und das reine gleichmäfsige Ansetzen desselben ist zwar, wie Dr. Waidele sehr richtig bemerkt, ein gutes Kennzeichen der Reinheit der Platte, doch täuscht dasselbe auch zuweilen. Die Anwendung der, wie ich glaube, von Claudet zuerst vorgeschlagenen Sammtfeilen für den letzten Strich, halte ich bis jetzt für das beste Mittel zur letzten Reinigung der Platten; ich bediene mich derselben sowohl von Baumwollen- als Seiden-Sammt. Für schmale Platten, $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$ einer ganzen Daguerre'schen, wie ich selbige zu den thermographischen Versuchen anwende, nehme ich ein schmales, beiläufig fingerbreites, an den Ecken abgerundetes Holz, überziehe dasselbe doppelt mit Tuch in einer etwas gröfseren Länge als die Platten breit sind, binde darüber ein Stück Sammt, um die Feile noch weicher zu machen, und über dieses den Sammt um die Platten zu reinigen; diesen habe ich vorher jederzeit in verdünntem *liq. ammon. caust.* ausgewaschen, und nach dem Trocknen noch mit Spiritus gereinigt. Für gewöhnliche Versuche mit dem Daguerreotyp ist das Auswaschen des Sammts nicht unumgänglich nöthig, nur mufs man denselben durch eine weiche Bürste von Staub rein halten. Für gröfsere Platten ist es besser, ein Stück Tuch oder Filz zusammenzurollen zu einem Cylinder, die Grundfläche glatt zu schneiden und darüber Tuch und Sammt zu binden. Diese

Sammtfeilen reinigen die Platten gut von dem Putzmittel, nehmen die noch etwa anhaftende Feuchtigkeit weg, und geben den Platten einen zarten gleichförmigen Strich. Bei Versuchen mit Moser'schen Bildern, wenn man Platten wiederholt benutzen will, ist eines der wichtigsten Putzmittel ein reiner weifser ungelöschter Kalk; hätte ich dieses Mittel früher versucht, so würde ich mir monatelang fortgesetzte Versuche erspart haben, die am Ende zu keinem wesentlichen Resultate führten. Man wendet den Kalk am besten auf folgende Weise an. Ein Stück Kalk, so viel als ungefähr zum Putzen einer Platte nöthig ist, wird mit einem reinen Hammer auf einem weichen Brette aus Lindenholz zu feinem Pulver zerdrückt; die Sandkörnchen und harten Stückchen, welche der Kalk etwa enthält, drücken sich dabei fest in das Brett; mit dem feinen Pulver, nicht zu schwachem Spiritus und Baumwolle putze man nun die Platten. Ein Anhaften sehr fein zertheilten ungelöschten Kalks, in einer äufserst dünnen, kaum bemerkbaren Schicht, ist der Erzeugung eines Moser'schen Bildes im Allgemeinen nicht hinderlich; wo man diefs aber vermeiden will, da verlasse man sich nicht auf die Sammtfeile, sondern putze vor dem Gebrauch derselben noch mit gebrannten Knochen und Spiritus. Zur Reinigung der Platten von Oel oder Fettigkeit habe ich mehrfach kohlensaure Magnesia mit Vortheil angewendet. Ist es nöthig, Platten von Silber oder Kupfer stark abzuschleifen, so ist ein an der Sonne gebleichtes, schwach sauer reagirendes Baumöl sehr vortheilhaft; Silber- und Kupferflächen zeigen eine schöne dunkelfarbige Fläche, wenn man sie schon als ganz vom Oel gereinigt ansehen möchte, und geben dann leicht gute Moser'sche und Wärme-Bilder; ich halte es aber für schwer, den Platten die letzte äufserst feine Oelschicht zu entziehen, das Schleifen mit Magnesia und Spiritus erschien mir hier immer noch als das beste Mittel; die Anwendung von flüssigem Ammoniak scheint der Empfindlichkeit der Plat-

ten nachtheilig. Silberplatten zeigen beim Behauchen einen röthlichen Schein, wenn sie noch nicht ganz frei von Oel sind, doch halte ich mich nach meinen Versuchen keinesweges berechtigt zu schliefsen, dafs, wenn sich auf den Silberplatten beim Behauchen der röthliche Schein zeigt, auf den Platten Oel sey. Bei meinen ersten Versuchen bediente ich mich zum Schleifen des Oels und hinterher der Salpetersäure; ersteres mufste ich deshalb anwenden, weil die Platten, welche ich damals benutzen konnte, bei dem Transport sämmtlich stark beschabt worden waren. Bei den Versuchen, welche im Folgenden in Betracht gezogen werden, habe ich das Oel gänzlich vermieden, und hauptsächlich Spiritus, nur zuweilen verdünnte Salpetersäure benutzt.

Eben so wichtig, als die Reinigung der Platten, ist bei den Versuchen, wenn man nicht blofs Bilder haben will, die Reinigung der abzubildenden Körper, ich habe darauf schon in meinem der Zeit nach ersten Aufsatz, Annalen Bd. 60. S. 20., aufmerksam gemacht. Im Ganzen habe ich zum Reinigen der Körper dieselben Mittel, wie für die Platten, angewendet; dafs man sich noch aufserdem der Bürsten bedienen mufs, versteht sich von selbst. Prof. Moser sagt, Annalen Bd. 60. S. 40., » ersuchen mufs ich Hrn. Fizeau die Versuche zu wiederholen, sobald seine Körper keinen Schmutz mehr zu übertragen haben; « es wäre sehr zu wünschen, Prof. Moser hätte hinzugefügt, wie man *ganz unzweifelhaft* dahin gelangen kann. Ich habe mir alle Mühe gegeben, Körper und Platten rein zu bekommen, und glaube von reinen Körpern auf reinen Platten Bilder erhalten zu haben; wer aber diefs nicht glauben will, dem weifs ich es nicht auf eine solche Weise darzuthun, dafs kein Zweifel möglich wäre. Ich gestehe offen, dafs sich bei meinen letzten Versuchen mir wiederholt die Meinung aufgedrungen hat, Hr. Fizeau habe vollkommen recht, und es entstehe von vollkommen reinen Körpern auf vollkommen reinen Platten kein Mo-

ser'sches, und wahrscheinlich auch kein Wärmebild, und wenn ich jetzt von dieser Ansicht zurückgekommen bin, so ist es nicht mit voller Ueberzeugung geschehen, sondern nur deshalb, weil ich andere Ursachen aufgefunden habe, als eine hypothetische vollkommene Reinheit, welche das, was ich dieser zuschrieb, hervorgebracht haben können. Während vier Monaten habe ich täglich mit 18 Körpern, gravirten Kupferplatten und Stahl, geschnittenem Jaspis, Bergkrystall und Glas, Platin-, Gold-, Silber- und Kupfermünzen, wenigstens einen Versuch gemacht, zuweilen auch zwei oder drei, um Moser'sche Bilder zu erhalten; ich hätte also wenigstens 2160 Bilder bekommen müssen, hiervon aber war wenigstens der vierte Theil mifsglückte Versuche, wo sich nichts oder doch nur unscheinbare Flecke zeigten. Aufser diesen Versuchen habe ich noch folgende angestellt:

1 Reihe, 12 verschiedene Körper auf 3 Kupfer- und 2 Silberplatten, Berührungsdauer 24 Stunden; kein einziges Bild.

2 Reihen, dieselben Körper, 6 Kupferplatten, 2 Tage; nur Flecke.

1 Reihe, dieselben Körper, dieselben Platten, $2\frac{1}{2}$ Tage; 2 sehr schwache Bilder, aufserdem nur Flecke.

1 Reihe, dieselben Körper, dieselben Platten, $3\frac{1}{2}$ Tage; nur 1 Bild, sonst kaum erkennbare Flecke.

Zu diesen Versuchen waren die Körper und Platten vorher bis auf ungefähr 60° R. erwärmt worden, um etwa anhaftende Feuchtigkeit zu verbannen, und dann nach Abkühlung auf kalten Eisenstücken auf einander gebracht. Die zum Putzen gebrauchte Baumwolle war in sehr verdünnter Schwefelsäure gesotten, in destillirtem Wasser ausgewaschen und an der Luft getrocknet.

Was mich aber von der Meinung zurückgebracht hat, der Grund jenes vielfachen Mifslingens liege darin, dafs die Entstehung Moser'scher und wahrscheinlich auch der Wärmebilder, doch allgemein eigentlich in einer Verdun-

stung fremdartiger an den Körpern oder Platten haftenden Substanzen zu suchen sey, ist folgendes. Unter dem einzigen Zimmer, in welchem ich ungestört meine Versuche vornehmen konnte, befand sich bis vor Kurzem das chemische Laboratorium, in welchem gerade zu derselben Zeit viel über Cyanverbindungen und Platinverbindungen gearbeitet wurde; von hier drangen nun öfter Schwefelwasserstoffgas, Chlor und Dämpfe von Osmiumsäure in mein Arbeitszimmer, was ich lange Zeit nicht bemerken konnte, weil ich an einem heftigen Schnupfen litt; als aber diese infernalischen Räucherungen sich endlich bis zu einem Grade steigerten, daſs sie mir anderweitig lästig und nachtheilig wurden, so muſste ich natürlich auf die Idee geführt werden, daſs dieselben auch auf meine Versuche Einfluſs haben könnten, was sich denn auch bestätigte. Es zeigte sich, daſs in einer so verpesteten Luft Moser'sche Bilder sich schwer oder gar nicht erzeugten; Wärmebilder geriethen nur schlecht, auf Kupfer gelangen sie zwar noch ziemlich gut, jedoch mit eigenthümlichen Färbungen, endlich zeigten sich zwei Fälle, wo ich keine Spur eines Wärmebildes erhielt, die beiden einzigen, eins auf Kupfer und eins auf Silber, welche mir bis jetzt bei der Anwendung der von mir angegebenen Methode der gleichzeitigen Erhitzung vorgekommen sind; die abzubildende gravirte Kupferplatte wurde ganz ruſsig. Wurden die Arbeiten im Laboratorium einige Zeit ausgesetzt, und war die Luft in meinem Arbeitszimmer durch starken Zug gereinigt, so miſsglückte ein Moser'scher Versuch weniger oft.

Ferner ergab sich, daſs wiederholte Jodirung der Silber- oder Kupferplatten einen nachtheiligen Einfluſs auf die Empfindlichkeit derselben hat; wenn man auch dieselben durch unterschwefligsaures Natron vom Jod reinigt, kehrt die Platte doch nicht vollkommen in ihren frühern Zustand zurück, und noch weniger, wenn man sie bloſs mit den gewöhnlichen Mitteln, ohne Gebrauch

des Kalks, abschleift; die Veränderung macht sich aber erst nach wiederholten Jodirungen bemerkbar, und kann sich bis zu einem Grade steigern, dafs Platten, die sonst in Zeit einer Stunde ein gutes Bild gaben, jetzt nach zwei Tagen Berührung einen kaum merkbaren Eindruck zeigen. Ein Mittel, die Empfindlichkeit der Platten in diesem Falle wieder zu erhöhen, ist die Erhitzung, indem man z. B. ein Wärmebild darauf zu verfertigen sucht, welche auf solchen Platten zwar gelingen, aber gewöhnlich doch nur schlecht und unrein. Die Silberplatten laufen dabei stark weifsgrau an, wenn sie auch vorher ganz rein schienen; auch die Färbung der Kupferplatten ist eigenthümlich, doch nicht so constant, dafs ich bis jetzt darüber etwas Bestimmtes sagen könnte. Waren die Platten theilweise jodirt, so zeigen sich oft auch die früher nicht jodirten Stellen als Flecke. Schleift man nun solche Platten nach der Erkaltung mit verdünnter Salpetersäure und Tripel oder Knochen, so werden sie für Moser'sche Bilder wieder ziemlich empfindlich. Besser habe ich es aber gefunden, die Platten in der oben angegebenen Weise mit Kalk zu behandeln, wodurch sie wieder sehr empfindlich werden, so dafs ich mit wenigen Ausnahmen auf solchen Platten in Zeit von einer Stunde gute durch den Hauch leicht sichtbar werdende Moser'sche Bilder erhalten habe, mit Anwendung sorgfältig gereinigter Körper.

Bei der Anwendung des ungelöschten Kalks zeigt sich aber noch eine besondere Erscheinung; man kann nämlich dadurch Bilder erhalten, welche ohne absichtliche Condensirung von Dämpfen allmälig selbst sichtbar werden. Um hierzu zu gelangen, streiche man die schon fertig geschliffene Kupfer- oder Silberplatte mit feinem ungelöschten Kalkpulver, nicht zu schwachem Spiritus und Baumwolle recht gleichmäfsig an, lasse dieselbe trocknen, und stäube dann mit Baumwolle den Kalk so weit ab, dafs nur eine äufserst feine, kaum bemerkbare Kalkschicht

auf der Platte zurückbleibt. Zu viel Kalk schadet, zu wenig ebenfalls, doch ist es eben nicht schwer, das rechte Maafs zu treffen. Hierauf verfertige man auf der Platte ein Moser'sches Bild; einige Stunden Berührung ist hinreichend, ich habe selbst zuweilen ¾ Stunden genügend gefunden; und lasse die Platte nach der Abnahme des Körpers einige Zeit an der Luft liegen, man kann sie mit einer Glasglocke überdecken zum Schutz gegen Staub. Das Bild wird dann allmälig von selbst sichtbar, zuweilen ziemlich schnell, zuweilen erst nach 12 bis 20 Stunden, was von der Feuchtigkeit der Luft abzuhängen scheint. Solcher Bilder habe ich einige zwanzig erhalten; auf Kupfer gelangen sie leichter als auf Silber, alle waren negativ, das heifst, die Platte zeigte sich an den Stellen unverändert, wo das Original vertieft war. Das Bild entstand also nicht dadurch, dafs der Kalk von der Platte an den vom Körper berührten Stellen weggenommen wurde.

Aufser den angeführten Umständen giebt es auch andere, welche auf die Empfindlichkeit der Platten Einflufs haben, die ich bis jetzt aber noch nicht gehörig ergründen konnte. Wie schon gesagt, zeigen sich möglichst gleich behandelte Platten unter möglichst gleichen Verhältnissen nicht immer gleich empfindlich, Kupferplatten habe ich im Allgemeinen empfindlicher gefunden, als Silberflächen. Mit Kupfer- und Silberplatten, die mit Kalk behandelt waren, jedoch nicht so, um selbst sichtbar werdende Bilder zu erhalten, und mit sorgfältig gereinigten Körpern ist es mir an manchen Tagen gelungen, stets nach 5 Minuten gute, leicht durch den Hauch sichtbar werdende Bilder von Kupfer, Stahl, Glas, Bergkrystall zu erhalten; an anderen Tagen mufste ich bei ganz demselben Verfahren, mit denselben Platten und Körpern, und bei fast derselben Temperatur der Luft, wenigstens eine Stunde anwenden. Ich kann bis jetzt keine andere Meinung hegen, als dafs diefs in der Luft seinen Grund hatte, obgleich ich dieselbe für nicht infectirt von den Dünsten des Laboratoriums hielt.

Es folgt hieraus aber eine Vorsichtsmafsregel für solche Fälle, wo man z. B. elektrische Bilder ohne Einschiebung eines Glimmerblättchens verfertigen will; man mufs sich nämlich vorher davon überzeugen, dafs nicht Platte und Körper in der zu dem Versuche nöthigen Zeit, auch ohne Anwendung der Elektricität, ein Bild geben. Jodirte ich die Platten nicht, sondern prüfte ich das Vorhandenseyn eines Bildes nur durch den Hauch, und schliff die Platten hierauf wieder mit Spiritus, gebrannten Knochen und Baumwolle, so bemerkte ich keine erhebliche Verminderung ihrer Empfindlichkeit.

Andere Schwierigkeiten zeigen sich bei der Sichtbarmachung der Bilder; ich kenne bis jetzt keine besseren Mittel als den Hauch und Joddämpfe für Kupferplatten, und den Hauch und Quecksilberdämpfe für Silberflächen; jedoch sind dieselben sehr unzureichend, um alle Verschiedenheiten in der Entwickelung des Bildes gut bemerkbar zu machen, und ich halte sie auch für nicht hinreichend, um über die Nichtexistenz eines Bildes sicher zu entscheiden. Bei Kupferplatten darf man in zweifelhaften Fällen nicht unterlassen, nach der Jodirung noch den Hauch anzuwenden. Wenn ich sage, es sey in diesem oder jenem Falle kein Bild entstanden, so ist diefs so zu verstehen, dafs durch die angegebenen Mittel, wenn sie nach einander gebraucht wurden, die Existenz des Bildes nicht erkannt werden konnte; ob sich dieselbe nicht bei Anwendung anderer Mittel gezeigt haben würde, bleibt dahin gestellt.

Erhitzung der Platten ist ein sehr unsicheres Mittel, um Moser'sche Bilder sichtbar zu machen; zu dem hierher Gehörigen, was von mir Annalen Bd. 60. S. 31. gesagt ist, führe ich hier nur noch folgenden Versuch an.

Auf 15 Platten, 7 Kupfer- und 8 Silberflächen, waren 52 durch den Hauch sichtbare Bilder; durch Erhitzung der Platten bis zum Anlaufen wurden 6 Bilder sichtbar, jedoch nur so, dafs sie mit einem gut gelungenen Wärmebilde gar nicht verglichen werden konnten; die übrigen

Bilder verschwanden fast ganz, nur einige wenige blieben durch den Hauch sichtbar. Zwei der sichtbar gewordenen waren auf Silber, 4 auf Kupfer, 2 der letzteren waren von nicht gereinigten Körpern.

Man vergleiche hiermit, so wie mit meinen früheren Aufsätzen, die Bemerkung Prof. Moser's, Annalen Bd. 59. S. 158., auf welche Bemerkung anderweitig zu antworten ich mich nicht veranlafst fühle.

Macht man die Versuche mit ungereinigten Körpern, so stellen sich die Resultate für das Sichtbarwerden durch Erhitzung viel günstiger.

Dafs man, abgesehen von der positiven oder negativen Beschaffenheit des Bildes, sowohl bei Bildern erster als zweiter Ordnung, noch verschiedene Entwickelungsstufen unterscheiden müsse, habe ich schon Annalen Bd. 58. S. 564. bemerkt. Hat man schon eine etwas gröfsere Anzahl von Versuchen gemacht, so erkennt man schon in Folge der Uebung die Hauptverschiedenheiten in der Entwickelung des Bildes; es ist aber schwer, dieselben etwas schärfer zu bezeichnen. Für die niedrigste Entwickelungsstufe eines Bildes erster Ordnung halte ich bis jetzt diejenige, wo auf Kupfer- oder Silberflächen durch den Hauch höchstens schwache Spuren eines Bildes erkannt werden können, das Bild aber durch Jod- oder Quecksilberdämpfe zwar schwach, jedoch deutlich hervortritt. Die höchste Entwickelungsstufe ist diejenige, wo das Bild sich schon bei dem leisesten Hauch stark und deutlich zeigt. Ich habe zwar mehrfach durch Jod und Quecksilberdämpfe auch dort Bilder erhalten, wo sich durch den Hauch durchaus nichts erkennen liefs, was eine noch niedrigere Entwickelungsstufe als die erstere andeutet, allein bei der Leichtigkeit, sich hierbei zu täuschen, glaube ich dieselbe nicht von derjenigen trennen zu dürfen, wo der Hauch sehr schwache Spuren des Bildes erkennen läfst. Man erhält auch zuweilen Bilder, wo ein geübtes Auge auch ohne Condensirung von Dämpfen die dunklen schwachen

Züge desselben wahrnimmt; diese werden dann schon durch geringe Dampfcondensirung gut sichtbar und bilden den Uebergang von der 1sten Ordnung zur 2ten. Zwischen den beiden angegebenen äufsersten Entwickelungsstufen für Bilder 1ster Ordnung liegen nun mehrere andere; so giebt es z. B. eine, bei welcher das Bild sich stark ausgebildet zeigt, jedoch einen starken kräftigen Hauch erfordert, um gut sichtbar zu werden, und eine andere, wo bei dem ersten Hauch nur zweifelhafte Spuren des Bildes erscheinen, dasselbe aber sich durch öfteres zweckmäfsiges Behauchen noch bis zu einem gewissen Grade weiter entwickelt, und gut sichtbar wird. Hierbei giebt es aber auch Erscheinungen, die in Bezug auf das Vorige sich als Anomalien zeigen, ihren Grund wohl aber in Unreinheit der Platte oder Körper haben; so z. B. giebt es Bilder, die bei dem Behauchen sich stark und kräftig entwickelt zeigen, durch Jod- oder Quecksilberdämpfe nur schlecht herauskommen. Von einigen runden 1½ Zoll im Durchmesser habenden gravirten Kupferplatten und einem kleinern Stahlstempel habe ich auf Kupferplatten auch Bilder erhalten, die durch Joddämpfe theilweise positiv, theilweise negativ hervorgingen.

Dafs die Temperatur der Platten und Dämpfe hier ebenfalls Einflufs hat, kann nicht zweifelhaft seyn; ich habe hierüber aber noch keine specielleren Untersuchungen angestellt.

Wenn ich mich hier über diese Einzelnheiten so weitläufig verbreitet habe, so ist diefs geschehen, weil ich die Hoffnung hege, dafs einer oder der andere Physiker dem betreffenden Gegenstande seine Aufmerksamkeit schenken wird, und er dadurch einiger Mühe überhoben werden möchte, auch können sie dazu beitragen, einiges Folgende leichter richtig zu würdigen.

Nach meinen älteren und neueren Versuchen mufs ich es durchaus für irrthümlich halten, wenn man die Entstehung aller Bilder 1ster Ordnung einer einzigen allge-

meinen Ursache zuschreiben will; auch liegt doch wohl darin, dafs es Bilder sind, und dafs sie auf gleiche Weise sichtbar gemacht werden können, noch kein hinreichender Grund zu behaupten, sie seyen auf gleiche Weise entstanden. Läfst man denn wohl etwa folgenden Schlufs zu: Ein brennender Holzhaufen giebt strahlende Wärme, die man auf eine gewisse Weise wahrnimmt; die Sonne giebt strahlende Wärme, die auf gleiche Weise wahrgenommen wird, mithin ist die Sonne ein brennender Holzhaufen?

Eine der wesentlichen Ursachen der Entstehung von Bildern, sowohl 1ster als 2ter Ordnung, und die vielleicht eine weit gröfsere Rolle spielt, als ich bis jetzt selbst es glaube, ist Verdunstung irgend einer Materie von Seiten des abzubildenden Körpers, und Condensirung der Dünste an der Fläche, auf welcher das Bild entsteht. Hierher gehören die Abbildungen von Kupferstichen auf Glastafeln und einige andere dergleichen Erscheinungen. Die schwer austrocknende Kupferdruckerschwärze verdunstet allmälig, und die Dünste, noch ehe sie sich ausbreiten können, condensiren sich wenigstens theilweise an den sehr nahe gegenüberstehenden Stellen der Glastafel. Man kann diesen Vorgang auf folgende Weise nachahmen. Man nehme eine gravirte Kupferplatte, fülle die Vertiefungen mit Kupferdruckerschwärze, reinige den Grund der Platte sorgfältig, und bringe über dieselbe eine polirte Metallplatte, so dafs beide sich nur in einem geringen Abstande befinden. Nach kürzerer oder längerer Zeit, je nach den Temperaturverhältnissen, zeigt sich auf der Platte ein Bild, dessen fettiger Charakter nicht zu verkennen ist. Geht die Verdunstung etwas zu schnell, so zeigt sich das Bild etwas verwischt. Die Schwärze ist ein schwer zu erschöpfender Quell von Dünsten, man kann die geschwärzte Platte mehrfach ziemlich stark erwärmen, und doch währt die langsame Verdunstung noch immer fort. Ein so erhaltenes fettiges Bild wird nicht

nur leicht durch die oben erwähnten Mittel sichtbar, sondern es läfst sich auch weiter abbilden; diefs ist mir ohne Schwierigkeiten von einem solchen Bilde viermal gelungen, der 5te und 6te Versuch gab aber nichts mehr, die Platte schien erschöpft, obgleich das Bild sich beim Behauchen noch kräftig zeigte. Das Merkwürdigste ist hier hauptsächlich, dafs die Fläche, auf welcher sich das Bild befindet, einen Theil der condensirten Dünste so fest hält; hier kommt man in die Adhäsionserscheinungen. Ich habe zwei solcher Bilder während 24 Stunden unter der Glocke der Luftpumpe gehalten, bei einem Druck von $1\frac{1}{2}$ und 2 Linien, ohne dafs sie dadurch bemerkbar verloren hätten.

Hierher gehören auch die Bilder, welche man erhält, wenn man an die Körper Terpenthinöldünste, Schwefeldünste und dergl. condensiren läfst. Die feinsten Ueberzüge mit solchen Substanzen genügen hier, starke sind sogar nachtheilig, weshalb die Versuche nicht immer gelingen; das Auge darf nichts von der Gegenwart dieser Substanzen erkennen, nur etwa der Geruch Anzeige davon geben. Ich habe schon früher wiederholt bemerkt, dafs man leicht ein *unmittelbar sichtbares* Bild erhält, wenn man ein Pettschaft von Stahl, Jaspis, Krystall in Siegellack abdrückt, und es dann auf eine gut polirte Kupfer- oder Silberplatte setzt. Aber mit einem Bilde wird nicht immer diese Quelle erschöpft, es gelingen zuweilen 3 oder 4 hintereinander, 2 aber ziemlich leicht, und scheint sie erschöpft zu seyn, so darf man nur Erhitzung zu Hülfe nehmen, um zu sehen, dafs sie es nicht vollkommen war. Auf letztere Weise, aber ohne Erhitzung, erhielt ich zuweilen auf Kupfer Bilder, bei welchen offenbar eine chemische Wirkung auf dasselbe stattgefunden hatte; schleift man solche Platten leicht und geschickt ab, so hört zwar das Bild auf, unmittelbar sichtbar zu seyn, bleibt aber als Bild 1ster Ordnung zurück. Es gelingt hier auch, positive oder negative Bilder zu erhalten, je nachdem man die Grundfläche des Körpers,

ohne die Vertiefungen, reinigt oder nicht, jedoch ist es nicht ganz leicht.

Es kann nun wenigstens keinem Zweifel unterliegen, daſs bei den eben erwähnten Erscheinungen fremdartige, an die Körper adhärirende Materien bei der Erzeugung des Bildes zugleich mit thätig waren, und zieht man noch in Betracht, in welcher äuſserst geringfügigen Quantität diese Substanzen hier vorhanden waren, so wird man wenigstens zugestehen müssen, daſs es nicht so ganz leicht ist, Hrn. Fizeau's Ansicht von der Hand zu weisen. Hierzu kommt noch, daſs Spiritus, Säuren, Sieden in destillirtem Wasser, für dessen absolute Reinheit man ja doch auch nicht einstehen kann, nicht allgemeine Mittel seyn können, um jede an einem Körper anhaftende Substanz zu entfernen, und daſs man mit Bürsten und dergleichen wohl etwas wegputzen, aber eben so leicht wieder etwas anderes hinanputzen kann; nimmt man nun noch die hygroskopischen Eigenschaften vieler Körper, das hartnäckige Anhaften einer letzten Schicht Feuchtigkeit an denselben, in Betracht, und berücksichtigt man endlich Hrn. Waidele's interessante Versuche, zu denen ich später noch einiges hinzufügen werde, so muſs man wohl zugeben, daſs jede andere Erklärung der hier in Rede stehenden Erscheinungen, welche dieselbe allgemein nicht den adhärirenden fremdartigen Substanzen zuschreibt, wenn sie auch manches für sich hat, doch immer auf ziemlich schwankenden Füſsen steht, sobald sie als allgemein gültig aufgestellt wird.

Was die hygroskopischen Eigenschaften anbetrifft, so ist Glas in dieser Beziehung einer der unangenehmsten Körper, besonders Kaliglas; es hat mir dieſs bei Thermometerbeobachtungen schon manche Pein gemacht, und es haben wohl wenig Physiker Gelegenheit, dieſs so wahrzunehmen, als ich, denn nicht vielen wird es geboten, bei Temperaturen zwischen —20° R. und —32° R. öfter beobachten zu können. Ich hoffe über diesen Gegenstand

Einiges an einem andern Orte zu sagen, namentlich bei Gelegenheit der Veröffentlichung der Resultate, welche bis jetzt ein stündlicher Thermometrograph ergab, den Hr. Breguet Sohn in Paris, mit Benutzung einer von mir ihm mitgetheilten Idee, für mich angefertigt hat. (Man sehe Journal des Kaiserl. Russ. Ministeriums der Volksaufklärung. 1839. Juni.)

Was nun die sehr beachtenswerthen Versuche Dr. Waidele's anbetrifft, so habe ich bis jetzt nicht Gelegenheit gehabt, dieselben zu wiederholen; ich habe aber eine Reihe anderer angestellt, die wenigstens dafür sprechen, dafs, wenn dieser Gelehrte auch wirklich nicht den wahren Grund der Erzeugung der Bilder aufgefunden haben sollte, er doch auf ein wichtiges, dabei in Betracht kommendes Moment aufmerksam gemacht hat, was von andern vor ihm nicht beachtet wurde. Doch hierüber das Weitere in einem folgenden Artikel.

III. *Ueber die Stärke der thermoelektrischen Ströme zwischen Metallen; von Dr. Hankel.*

In einer frühern Abhandlung (S. 197 dieses Bandes der Annal.) habe ich die Ordnung einer grofsen Anzahl von Metallen und metallischen Mineralien in Beziehung auf die Erzeugung thermoelektrischer Ströme durch Erwärmung angegeben, ohne jedoch eine nähere Bestimmung über die Stärke der verschiedenen Ströme mitzutheilen. Ich habe diese Verhältnisse für die Metalle in dem letzten Winter noch genauer verfolgt, und will die erhaltenen Resultate im Folgenden darlegen.

Erhitzung und Temperaturbestimmung.

Die untersuchten Metalle hatten, wenn sie dehnbar waren, die Form von Drähten oder Blechen; waren sie

nicht dehnbar, so bestanden sie aus dünnen, beinahe eine Linie starken gegossenen Stäben, welche die nöthigen Krümmungen hatten. Zwei dieser Bleche wurden an dem einen Ende mit einer kleinen Schraube zusammengefügt, und die anderen freien Enden derselben auf gleiche Weise mit schmalen Kupferblechen, welche zu den Meſsinstrumenten führten, verbunden.

Die Verbindungsstelle der beiden Bleche (oder Drähte) wurde, je nachdem die Temperatur hoch oder niedrig seyn sollte, auf verschiedene Weise erhitzt. Wollte ich bei einer constanten Temperatur, welche nahe 80° R. gleich kam, beobachten, so wurden die beiden Bleche durch eine kleine Schraube verbunden und so gebogen, daſs diese verbundenen Enden sammt der Schraube in ein Probirgläschen eingeführt und zwischen die beiden Bleche noch ein in seinem Gefrier- und Siedpunkt berichtigtes Thermometer gestellt werden konnte. Die Kugel des Thermometers berührte die Schraube, und war höchstens $\frac{1}{3}$ Lin. von der Verbindungsstelle der beiden Drähte entfernt. Das ganze Probirgläschen wurde dann mit trockenem, feinem Sande ausgefüllt (welcher die Bleche und das Thermometer, so weit solche in dem Gläschen standen, umgab, ungefähr 4—5 Zoll), und mittelst eines Korkes in einem etwas weiteren und längeren, an beiden Seiten offenen Glascylinder befestigt. Dieser Glascylinder wurde wieder mittelst eines Korkes in einem weitern Messinggefäſse befestigt, jedoch so, daſs er noch fast 1 Zoll hervorragte. Das Messinggefäſs enthielt in seinem untern Drittheil Wasser, und der durch das Erhitzen desselben gebildete Wasserdampf konnte theils durch eine Glasröhre, welche den Kork zwischen Messinggefäſs und Glascylinder durchbohrte, theils aus dem Innern des Glascylinders durch eine in dem hervorragenden Theile desselben angebrachte Oeffnung entweichen. Auf diese Weise fand sich der Glascylinder von auſsen von Dampf umgeben, und der innerhalb desselben befindliche

liche Dampf konnte also keine Abkühlung erfahren; es mufste also auch das in diesem Dampf eingetauchte Probirgläschen mit seinem Inhalte nach und nach diese beständige Temperatur annehmen und behalten, so lange der Barometerstand sich nicht änderte.

Die Temperatur wurde entweder durch das Thermometer bestimmt, oder aus dem jedesmaligen Barometerstande abgeleitet.

Sollte die Temperatur über 80° erhöht werden, so wurde das eben angegebene Verfahren in der Art abgeändert, dafs das Messinggefäfs mit Sand gefüllt und in diesen Sand das Probirgläschen mit den beiden zusammengeschraubten zwei Metallblechen, mit einem bis zu 235° R. gehenden Thermometer, eingesetzt wurde. Das Probirgläschen war ebenfalls mit Sand völlig ausgefüllt. Durch Erhitzen mittelst einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge liefs es sich leicht dahin bringen, dafs die Temperatur längere Zeit constant war; auch änderte sich während der Abkühlung, wegen des ziemlich grofsen Gefäfses, die Temperatur so langsam, dafs ich recht gut Beobachtungen anstellen konnte. — Auf diese Weise wurden die Metalle bis 224° und 230° erhitzt, und namentlich in dieser Temperatur längere Zeit constant erhalten.

Um eine noch höhere Temperatur zu messen, gebrauchte ich als Thermometer den thermoelektrischen Strom einer Platineisenkette, die nach meinen Versuchen bis zu 230° proportional mit der Temperatur an Stärke zunahm; ich habe auch für Temperaturen bis zu 400° R. diese Proportionalität noch für richtig angenommen (s. weiter unten über diese Kette), und dann aus der Stärke des Stromes die Temperatur berechnet. Damit nun die zu untersuchende und diese als Thermometer dienende Kette möglichst einerlei Temperatur hätten, so wurden die vier Bleche der beiden Ketten durch eine kleine Schraube zusammengeschraubt, und jede Kette von der andern und von der Schraube durch dazwischenge-

legte Glasstückchen getrennt. Es wurde bei diesen Versuchen jedes Metall gegen Eisen geprüft, so dafs durch die Schraube z. B. folgende Stücke zusammengeprefst wurden: Ein Eisenblech, ein Silberblech, ein Stückchen Glas, ein Eisenblech, ein Platinblech und ein Stückchen Glas. Es hielt zwar mitunter schwer, diese Verbindung zu Stande zu bringen, sie gelang indefs doch immer nach einigen verunglückten Versuchen. Die Schraube sammt den in ihrer Nähe liegenden Theilen der Bleche wurde dann mit einem Kreidebrei bestrichen. War dieser in der Flamme der Lampe getrocknet, und sollte die Temperatur nur bis gegen 300° R. gehen, so wurde die Schraube sammt den Blechen in einen kleinen Porcellantiegel gestellt, und der mit Sand vollständig ausgefüllte Tiegel dann über der Lampe erhitzt. Wollte ich die Temperatur noch höher steigern, so brachte ich die Schraube mit den Drähten unmittelbar über die Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge; wurde dafür gesorgt, dafs die Lampe in gutem Stande war, so konnte ich durch Vergröfsern und Verkleinern der Flamme leicht auf einige Zeit constante Temperaturen erhalten [1]). Die Kette aus Eisen und Platin, welche zum Messen der Temperatur diente, befand sich stets unterhalb der andern Kette, deren Kraft bestimmt werden sollte. Ich glaube indefs nicht, dafs die Temperatur an der Verbindungsstelle in der ersten Kette merklich höher gewesen ist, als an der daran liegenden Verbindungsstelle der zweiten.

Während auf diese Weise die Temperatur der Verbindungsstelle der beiden zu untersuchenden Bleche erhöht wurde, so wurden die beiden anderen Verbindungsstellen dieser Bleche mit den Kupferblechen, welche zu den Mefsapparaten führten, durch kleingeschnittenes Eis stets auf Null erhalten. Um zufällige Berührungen und andere störende Einflüsse abzuhalten, waren die im Eise

1) Ich liefs die Lampe stets so lange brennen, bis die Temperatur nicht mehr stieg.

liegenden Theile der Bleche mit Wachs überzogen. Die Schale, welche das Eis enthielt, war im Boden mit einem Loche versehen, damit das gebildete Wasser in ein untergestelltes Gefäfs abfliefsen konnte. — Nur auf diese Weise gelang es mir, constante Resultate zu erlangen.

Zur Messung dienende Apparate.

Die auf die angegebene Weise erhaltenen thermoelektrischen Ströme wurden nun zu einer Sinusbussole geleitet, die sehr einfach construirt, aber gerade zu diesem Behufe eingerichtet war, d. h. ihr Multiplicator bestand, um nur geringen Widerstand zu leisten, aus 6 bis 7 Windungen eines ziemlich breiten Kupferstreifens. Die durch gefirnifste dünne Pappe von einander getrennten Windungen waren an der oberen Seite in der Mitte durchbohrt; durch diese Durchbohrung ging ein Coconfaden, welcher eine Magnetnadel aus dünnem englischen Rundstahle trug[1]). Der Coconfaden war an einem Träger befestigt, welcher auf dem einen Ende eines Querstückes safs, das auf dem Multiplicator ruhte, und dessen anderes Ende eine Lupe trug. Im Brennpunkte der Lupe war an zwei hervorstehenden Stäbchen ein Haar ausgespannt, und dicht unter diesem oscillirte ein Elfenbeinstreifen, welcher rechtwinklich auf der Magnetnadel befestigt war, und an dem unter der Lupe befindlichen Ende mit einer feinen schwarzen Linie als Marke versehen war; auf diese wurde das Instrument stets eingestellt. — Der Radius des getheilten Kreises war über 4 Zoll, und durch einen Glascylinder mit Glasdeckel wurde der Luftzug abgehalten.

Um die Temperatur mittelst der Platineisenkette zugleich messen zu können, diente eine zweite Sinusbussole nach der von Poggendorff angegebenen Einrich-

1) Ich hatte Anfangs Nadeln von Uhrfederstahl und rhombischer Gestalt; doch änderten diese so merklich innerhalb der Versuche ihren Stand, dafs es mir nicht möglich war, auch nur einigermafsen scharf übereinstimmende Resultate zu erhalten.

tung, die mir Hr. Prof. Marchand geliehen hatte. Waren beide Sinusbussolen, die natürlich in gehöriger Entfernung von einander standen, mit den Ketten verbunden, so war, um leichter die Nadeln in Ruhe zu erhalten, noch ein zweiter Beobachter für die zweite Bussole nöthig. Ich überzeugte mich aber stets selbst auch von dem richtigen Stande des andern Instrumentes. Ein Vortheil der Sinusbussole ist es auch, dafs man nach genauer Einstellung der Nadel in aller Mufse den Winkel ablesen kann, und vor Versehen völlig gesichert ist.

Um die Stärke der Ströme zu messen, mufste der Widerstand der Kette bestimmt werden; diefs geschah mit Hülfe eines ähnlichen Instrumentes, als Poggendorff in diesen Annalen Bd. LII. S. 511. angegeben hat. Da ich es nur mit geringem Widerstande zu thun hatte, so zog ich vor, statt des von Poggendorff angewandten Neusilberdrahtes reinen Silberdraht von 0,02205 Par. Zoll zu nehmen. Um nun beliebige Längen dieses Silberdrahtes schnell und bequem einschalten zu können, hatte ich folgende Anordnung getroffen. Ein Silberdraht von 57 Fufs Länge war auf einem etwa 1 Fufs langen und $\frac{1}{2}$ Fufs breiten Brette ausgespannt; an den schmalern Seiten des Brettes war der Draht um isolirte Stifte, welche auf 1 Zoll hohen Leisten standen, geleitet. An dem einen Ende des Drahtes befand sich eine Schraubenklemme, um den einen Leitungsdraht aufzunehmen. Unter dem wie Saiten eines Instrumentes ausgespannten Drahte befand sich ein Schieber, 2mal so lang als das Brett breit war, dessen Stellung auf einer in Zoll und Linien getheilten Scala abgelesen werden konnte; seine Bewegung erhielt er durch einen starken Draht, welcher durch die eine Leiste an dem schmalen Ende hindurch ging. In der oberen Fläche des Schiebers war der Länge nach eine mehrere Linien tiefe Furche; in dieser lag eine Feder; auf der Feder liefs sich in der Furche, also senkrecht gegen den ausgespannten Draht, ein kupferner Streifen verschieben, des-

sen Oberfläche, mit Ausnahme einer sehr kleinen Stelle in der Mitte, mit Elfenbein belegt war. Auf diesem Elfenbein lagen die Drähte, die also von dem Kupferstreifen völlig isolirt waren; nur in der Mitte fehlte das Elfenbein an einer kaum $\frac{1}{2}$ Linie grofsen Stelle, und hier trat das Kupfer so weit hervor, dafs es mit dem Elfenbein in gleicher Linie lag. Lagen also auch sämmtliche Windungen des Drahtes auf dem Schieber, so stand doch höchstens nur eine Stelle desselben mit dem Kupfer des Streifens in metallischer Berührung. An dem einen Ende des Streifens befand sich eine Klemmschraube zur Aufnahme des zweiten Leitungsdrahtes.

Wurden beide Leitungsdrähte mit diesem Instrumente verbunden, der Schieber so gestellt, dafs das in seiner Mitte befindliche Kupfer die erste Saite (den ersten Draht) berührte, und dafs er zugleich auf Null (d. h. an dem einen Ende) stand, so gieng der Strom nicht durch den Silberdraht (höchstens $\frac{1}{8}$ Linie). Wurde der Schieber parallel mit den Saiten verschoben, so konnten 1, 2, 3, 4 u. s. w. Zoll des Silberdrahtes eingeschaltet werden; wurde der Schieber rechtwinklich gegen die Saiten verschoben, so dafs die zweite Saite auf die blanke Kupferstelle kam, so betrug die Einschaltung 1 Fufs mehr u. s. w. Man sieht leicht, wie durch diese beiden Bewegungen sehr schnell jede beliebige Drahtlänge eingeschaltet werden konnte. — Um bei der Untersuchung dieser schwachen Ströme völlig sicher zu seyn, dafs gute Berührung der Saiten mit dem durch die Feder angedrückten Kupfer des Streifens stattfinde, beachtete ich noch die Vorsicht, einen durch Gewichte beschwerten und leicht stellbaren Hebelarm mittelst einer Korkspitze auf diejenige Stelle des Drahtes drücken zu lassen, welche das Kupfer des Streifens metallisch berührte. Auf diese Weise war die Verbindung an dieser Stelle stets gleich gut hergestellt.

Maafsbestimmungen der einzelnen Ketten.

Um den Widerstand der einzelnen Ketten möglichst genau zu finden, wurden stets mehrere, und zwar verschiedene, Einschaltungen des Silberdrahts gemacht, und dann aus den so gefundenen Werthen das Mittel gezogen. Als Beispiel möge hier die Bestimmung der Kette aus Eisen und Platin stehen.

No.	Temperatur der Verbindungsstelle mit den Leitungsdrähten.	Temperatur der Verbindungsstelle von Platin und Eisen.	Einschaltung, ausgedrückt in Linien des genannten Silberdrahtes.	Ausschlag der Sinusbussole.	Berechnung der Stärke des Stromes.
1	0	79,72	0	18° 13′½	0,31384
2	0	79,73	71	15° 49′½	0,27362
3	0	79,76	208	12° 40′½	0,22008
4	0	79,77	353	10° 24′	0,18104
5	0	79,78	420	8° 58′½	0,15643
6	0	79,79	635	7° 51′	0,13694
7	0	79,79	772	6° 54′	0,12046

Wird aus dem ersten und jedem der folgenden Versuche der Widerstand der Kette ohne Einschaltung von Draht berechnet, so ergiebt sich derselbe aus

No. 1 u. 2,	483,02
1 u. 3,	488,22
1 u. 4,	481,21
1 u. 5,	487,03
1 u. 6,	491,56
1 u. 7,	480,92

also im Mittel aus allen diesen ist der Widerstand =485,32 Linien Silberdraht. Wird aus diesem Widerstande und dem ersten Versuche die Kraft der Kette berechnet, so ergiebt sich diese zu 152. Die Rechnungen sind einfach nach den bekannten Formeln geführt. Ist I die Stärke des Stromes bei dem Widerstand W, I' dieselbe bei dem Widerstand $W+a$, und A die Kraft

der Kette (bei hydroelektrischen Ketten die sogenannte elektromotorische Kraft), so ist

$$I = \frac{A}{W}$$

$$I' = \frac{A}{W + a}$$

$$W = \frac{I' a}{I - I'}$$

$$A = W . I.$$

Auf diese Weise wurde die Kraft A auch für die übrigen Metalle berechnet. Die letzte Stelle der noch hingeschriebenen Zahlen ist nicht mehr ganz sicher. Ich gebe die Kraft der Ketten der einzelnen Metalle gegen Eisen an, weil fast alle mit Eisen selbst untersucht wurden; nur einige wenige Metalle, welche dem Eisen sehr nahe stehen, wurden bei 80° R., um einen stärkeren Strom zu erhalten, gegen Neusilber oder Platin untersucht; für diese ist die Kraft der Kette, die sie mit dem Eisen bilden, dann aus der bekannten Stärke der Eisen-Platin- und Eisen-Neusilberkette berechnet. Ueber 80° wurden alle Metalle gegen Eisen untersucht, und die nachfolgenden Zahlen sind das unmittelbare Resultat dieser Versuche.

Wismuth [1]) gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 781.

Neusilber gegen Eisen.

Bei	80° ist die Kraft	= 244
-	224 - - -	= 749
-	283 - - -	= 1070
-	373 - - -	= 1548
-	427 - - -	= 1813.

Platin gegen Eisen.

Bei	80° ist die Kraft	= 152
-	224 - - -	= 418.

1) Wie es im Handel vorkommt.

Reines Gold 1) gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 151
- 160 - - - = 278
- 206 - - - = 292
- 224 - - - = 289
- 280 - - - = 228
- 310 - - - = 189
- 347 - - - = 106
- 383 - - - = 77
- 420 - - - = 47.

Messing gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 127
- 224 - - - = 289
- 235 - - - = 297
- 273 - - - = 261
- 312 - - - = 215
- 355 - - - = 184
- 370 - - - = 181
- 420 - - - = 175.

Englisches Zinn gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 121
- 160 - - - = 212
- 167 - - - = 221
- 174 - - - = 218.

Blei gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 119
- 160 - - - = 210
- 224 - - - = 243.

Kupfer 2) No. II. gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = 116
- 160 - - - = 208

1) In der Apotheke des Halle'schen Waisenhauses gebraucht zur D stellung der sogenannten Goldtinktur, mit Eisenvitriol niedergesch gen, und mit etwas Borax umgeschmolzen.

2) Wahrscheinlich von Rothenburg an der Saale.

Bei	207°	ist die Kraft	= 230
-	230	- - -	= 225
-	271	- - -	= 206
-	289	- - -	= 185
-	349	- - -	= 119
-	369	- - -	= 93
-	411	- - -	= 79.

Kupfer No. 1. gegen Eisen.

Bei	80°	ist die Kraft	= 106
-	160	- - -	= 176
-	195	- - -	= 186
-	224	- - -	= 172
-	279	- - -	= 87
-	332	- - -	= 0
-	398	- - -	= —48.

Zink gegen Eisen.

Bei	80°	ist die Kraft	= 89
-	143	- - -	= 128
-	160	- - -	= 126
-	224	- - -	= 72
-	252	- - -	= 0.

Reines Silber gegen Eisen.

Bei	80°	ist die Kraft	= 86
-	160	- - -	= 130
-	184	- - -	= 136
-	224	- - -	= 124
-	249	- - -	= 103
-	277	- - -	= 43
-	295	- - -	= 0
-	353	- - -	= — 96
-	410	- - -	= —170.

Auf galvanischem Wege dargestelltes Kupfer gegen Eisen.

Bei	80°	ist die Kraft	= 84
-	169	- - -	= 127

Bei 224°	ist die Kraft =	96
- 270	- - - =	0
- 331	- - - =	−155
- 387	- - - =	−218
- 394	- - - =	−224.

Antimon [1]) gegen Eisen.

Bei 80° ist die Kraft = −257.

Um diese Werthe besser übersehen zu können, habe ich auf Taf. III. Fig. I. dieselben durch die Ordinaten der Linien dargestellt. Die horizontale Linie dient einmal, um auf ihr als Abscissenaxe die Temperaturen aufzutragen, und zweitens, um das Eisen darzustellen; jede der übrigen Linien dient nur, um das daneben geschriebene Metall darzustellen. Die Ordinate von der Linie des Eisens bis zu der Linie eines beliebigen Metalles giebt die Stärke des Stromes zwischen diesem Metalle und dem Eisen bei der Temperatur an, welche am Fuſspunkte der Ordinate steht, vorausgesetzt, daſs die anderen Verbindungsstellen auf 0° erhalten werden. Ebenso geben die zwischen den Linien zweier beliebigen Metalle liegenden Stücke der Ordinaten die Stärke des Stromes an, welcher zwischen den beiden Metallen bei der am Fuſspunkte der Ordinate stehenden Temperatur stattfindet. Die Linien dienen aber auch auſserdem, um die Richtung des Stromes, der bei der Erwärmung der einen Verbindungsstelle zweier Metalle entsteht, anzuzeigen; jede obere Linie bedeutet ein Metall, welches gegen ein durch eine untere Linie dargestelltes beim Erwärmen negativ ist. So ist z. B. Neusilber negativ gegen Silber, Eisen negativ gegen Antimon u. s. w. Wo sich die Linien zweier Metalle schneiden ändert sich die Richtung des Stromes zwischen diesen beiden Metallen, und dieſs geschieht bei der Temperatur, welche die zu diesem Punkte gehörige Abscisse angiebt, vorausgesetzt, daſs die anderen Verbindungsstel-

1) Durch Schmelzen mit Salpeter gereinigt.

len auf 0° erhalten werden. — Ich hätte leicht, statt die Punkte durch gerade Linien zu verbinden, die Curven ausziehen können, aber ich wollte nichts an den Versuchen ändern, sondern sie hinstellen, wie ich sie erhalten habe.

Die Werthe für Wismuth, Antimon, Neusilber und Platin konnten nicht für höhere Temperaturen gezeichnet werden, ohne zu viel Raum einzunehmen. Für Platin und Neusilber wäre es auch nicht nöthig gewesen, da die Linien nahe gerade Linien sind [1]).

Auffallend ist die grofse Stärke der Wismuth-Antimonkette; sie übertrifft die Neusilber-Eisenkette um 4,3 Mal. Ich wollte früher versuchen, eine empfindliche Thermosäule aus Neusilber und Eisen zu construiren, habe es aber natürlich nach diesen Messungen aufgegeben. Für hohe Temperaturen eignet sich indefs ein solcher Apparat aus Neusilber und Eisen ganz vortrefflich.

Alle übrigen, bei höheren Temperaturen untersuchten Metalle zeigen gegen Eisen ein Maximum zwischen den Temperaturen 140 und 240° R. Beim Blei ist es zwar nicht dargestellt, aber der ganze Lauf der Curve deutet es hinlänglich an; die leichte Schmelzbarkeit desselben hinderte mich, es noch höher zu erhitzen, die Flamme schmolz mir stets den aufserhalb befindlichen Theil ab. Die Maxima zwischen Eisen und den folgenden Metallen treten ein bei den nebenstehenden Temperaturen.

1) Nach den Versuchen von Pouillet (Annalen Bd. XXXIX. S. 577.) nimmt der Zuwachs der Stärke einer Platin-Eisenkette bis 480° R. ab, dann aber nimmt der Zuwachs wieder zu. Die Curve, welche diese Intensitäten darstellen sollte, würde also convex gegen das Eisen als Abscissenaxe liegen. Ich glaube übrigens, dafs diese Ab- und Zunahme des Zuwachses bei den Versuchen von Pouillet zum gröfsten Theil nicht in der Aenderung der Kraft der Kette, sondern in der Aenderung der Leitungsfähigkeit derselben liegt. Für die praktischen Zwecke, wozu Pouillet's Versuche bestimmt waren, genügen sie völlig, sobald man die Dimensionen seines Apparates nur beibehält. Das Nähere hierüber mufs ich auf eine spätere Mittheilung verschieben.

Maximum bei	Zink	und Eisen bei	143° R.
- -	Zinn	- - -	167
- -	galv. Kupfer	- - -	169
- -	Silber	- - -	184
- -	Kupfer No. I.	- - -	195
- -	Gold	- - -	206
- -	Messing	- - -	235
- -	Blei	- - -	wahrscheinlich zwischen 235—240°.

Die eben angeführten Maxima wurden durch einen besonderen Versuch bestimmt. — Ebenso giebt es auch Maxima zwischen Gold und Messing, Gold und Kupfer No. II. u. s. w., zwischen Zink und Silber, Zink und galvanischem Kupfer, wie sich leicht auf der Tafel aus dem Laufe der Curven erkennen läfst.

Ferner treten die Umkehrungen der Ströme in Beziehung auf die Richtung deutlich hervor, indem jedes obere Metall negativ gegen jedes untere ist; wo sich also zwei Curven schneiden, ist die Intensität des Stromes aus beiden Metallen, welche bis zu der zugehörigen Temperatur erhitzt sind, $=0$; bei höheren Temperaturen ist dann die Richtung des Stromes umgekehrt als vorher. So durchschneiden sich:

Zink und Silber	bei	155°
Zink und galv. Kupfer	-	171
Gold und Messing	-	224
Zink und Eisen	-	252
galv. Kupfer und Eisen	-	270
Silber und Eisen	-	295
Gold und Kupfer No. II.	-	330
Kupfer No. I. und Eisen	-	332

Wahrscheinlich kommen in sehr hohen Temperaturen auch Gold und Kupfer No. II. mit dem Eisen zum Durchschnitt, wenn sie nicht weiterhin einen ähnlichen Lauf nehmen, wie das Messing.

Im Allgemeinen haben, mit Ausnahme des Messings, die Curven, welche gegen Eisen ein Maximum haben, zu beiden Seiten des Maximums nahe denselben Verlauf, so dafs die Kräfte ungefähr in eben dem Verhältnisse abnehmen, in welchem sie früher zugenommen haben. Ob unterhalb des Eisens noch ein Maximum stattfinde, wie das galv. Kupfer anzudeuten scheint, ist ungewifs.

Ich glaube durch das Mitgetheilte eine hinreichende Uebersicht über die thermoelektrischen Ströme der Metalle gegeben zu haben.

IV. *Eine neue Einrichtung am Goldblatt-Elektroskop; von A. Andriessen,*

Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften an der höheren Lehranstalt in Rheydt.

Diese Einrichtung besteht im Wesentlichen in einem glatten Messingdrahte von etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}'''$ Durchmesser, der gut isolirt in der Bewegungsebene der Lamellen, etwa in der Höhe ihres Befestigungspunktes an ihrem Drahte, das Glas durchdringt und an beiden Seiten der Lamellen hinaufreicht, *abcde*, Fig. 2 Taf. III. Theilt man diesem Drahte Elektricität mit, z. B. die negative E eines isolirt auf Tuch geriebenen glatten Korkscheibchens, so divergiren die Blättchen mit der entgegengesetzten E, also in unserer Annahme mit vertheilter positiver E. Ganz der Vertheilungstheorie gemäfs, mufs am Knopfe x des Elektroskops sich vertheilte $-E$ befinden, jedenfalls die gleichnamige E des Drahtes *abcde*, die vor jedem Versuche abgeleitet werden mufs, und es divergiren dann, ebenfalls nach anerkannten Grundsätzen der Vertheilungstheorie, die Blättchen nach dieser Ableitung etwas stärker; der ganze Draht xy und die Blättchen zeigen dann freie E, und zwar

solche, die der E des Drahtes *abcde*, den ich Inductionsdraht nennen will, entgegengesetzt ist, also in unserem oben erwähnten Falle $+E$. — Zu bemerken habe ich noch, dafs ich die Goldblättchen so schmal als möglich anwende; an meinem empfindlichsten Elektroskop sind dieselben noch keine Linie breit. Der Abstand der senkrechten Theile des Inductionsdrahtes von einander ist im Ganzen willkührlich; die passendste Weite desselben, *mn*, habe ich zu $1\frac{1}{4}''$ gefunden, die Länge der Lamellen gleich $2''$ und den Abstand *zt* derselben vom horizontalen Theile des Inductionsdrahtes ist am besten $\frac{1}{2}''$; bei geringerem Abstande nimmt die Empfindlichkeit ab. Die Empfindlichkeit des Instrumentes wird noch dadurch erhöht, dafs das Glas am Fufse eine Röhre *fg*, mit Chlorcalcium gefüllt, trägt, welche, am Glase luftdicht angekittet, die im Innern des Elektroskops eingeschlossene Luft immer trocken erhält; es versteht sich von selbst, dafs ein mit einer solchen Röhre versehenes Instrument luftdicht geschlossen werden mufs.

Mit dieser Einrichtung, die Jeder sich selbst fast ohne Kosten machen kann, lassen sich alle Versuche mit grofser Sicherheit ausführen, namentlich gelingen die Volta'schen Grundversuche leicht und sicher. Schraube ich, nachdem ich dem Inductionsdrahte E mitgetheilt und am Knopfe x die vertheilte gleichnamige E mit dem Finger weggenommen habe, eine meiner Erregerplatten auf, die etwa $3''$ im Durchmesser haben bei einer Dicke von etwa $\frac{3}{4}'''$, und welche blofs auf einem Sandstein abgeschliffen und dann mit Bimsstein etwas abgerieben sind, lege die Platte vom heterogenen Metalle auf und hebe sie isolirt ab, so sieht man die Lamellen bedeutend weiter divergiren oder zusammensinken. Habe ich, um einen bestimmten Fall anzuführen, dem Inductionsdrahte die $-E$ eines Korkscheibchens mitgetheilt, wodurch die Lamellen eine Divergenz mit $+E$ von 6 bis 7^{0} zeigen, schraube die Zinkplatte auf und hebe dann die aufgelegte Kupferplatte iso-

lirt ab, so divergiren die Blättchen bei einmaligem Abheben schon um 12 bis 14°, also um 6 bis 7° stärker als vorher; Zink zeigt also im Contact mit Kupfer $+E$; beträgt die Entfernung mn nur 1 Zoll, so schlagen die Lamellen an den Inductionsdraht an, besonders wenn die Platten vorher mit Bimsstein etwas abgerieben worden sind. Schraubt man die Kupferplatte auf, so fallen beim Abheben der Zinkplatte die Lamellen zusammen, also wurde $-E$ eingeführt, da ja der Inductionsdraht $-E$ hatte, also die Blättchen mit $+E$ divergirten. Setze ich, um die groſse Empfindlichkeit des Instrumentes zu zeigen, auf die aufgeschraubte Zinkplatte einen an einem Schellackstängchen befestigten Pfennig der kleinsten Art, der nur so weit mit Bimsstein abgerieben ist, daſs das Gepräge noch recht gut zu erkennen ist, so nimmt bei einmaligem Abheben die Divergenz schon um 2 bis 4° zu. Nimmt beim Versuche die Divergenz so allmälig zu oder ab, daſs diese Zu- oder Abnahme nicht auffällig ist, so hat man, um die Art und Gröſse der eingeführten E zu erkennen, nur das Ende x des Lamellendrahtes mit dem Finger nach dem Versuche zu berühren; sinken die Lamellen zusammen (immer bei der Voraussetzung, daſs in den Inductionsdraht $-E$ eingeführt wurde), so ist $+E$, gehen sie weiter auseinander, so ist $-E$ denselben mitgetheilt worden; jedes Mal aber stellt sich die frühere Divergenz wieder her, die stundenlang bei vortheilhafter Witterung sich auch erhält. Uebrigens gelingen die Volta'schen Grundversuche ohne Condensator, auch ohne Anwendung inducirter E, nur nicht so schön, wenn der Apparat nur trocken, die Witterung günstig und die Platten frisch abgerieben sind. Mit Anwendung des Inductionsdrahtes sind mir auch seine Versuche bei schlechtem Wetter nie miſslungen.

Ein Uebelstand war noch zu beseitigen, der die Anwendung des Instrumentes in seiner neuen Form zu beschränken drohte. Schraubt man nämlich auf das Elek-

troskop die Collectorplatte, setzt die Condensatorplatte auf und berührt die letztere wie gewöhnlich mit dem Finger und hebt ab, so zeigt sich bei einiger Dauer des Aufliegens des Deckels condensirte E in den Blättchen; dadurch werden aber die Versuche unsicher und zweifelhaft. Die Erklärung findet sich darin, daſs ein Theil der E der Lamellen zur Collectorplatte hinaufgezogen und dort condensirt wird, namentlich wenn der Inductionsdraht von seiner E an die Luft abgegeben hat. Deshalb setze ich den Condensator nicht mehr auf das Elektroskop, sondern auf eine in- und auswendig dick mit Schellack überzogene, auf einem Brette senkrecht befestigte Glasröhre, die oben einen kurzen, eingeschmolzenen Schraubendraht zur Aufnahme des Condensators trägt. Dieselbe ist so hoch, daſs der Condensator in gleicher Höhe mit dem Ende x des Lamellendrahtes sich befindet; um dieses Ende ist ein weicher Kupferdraht gewunden, dessen freies Ende q durch eine daran befestigte Lackstange höher gehoben werden kann, bis zur Berührung mit der Collectorplatte. Habe ich nun mit dem Condensator E condensirt, so berühre ich mit dem Finger x, hebe den Deckel und berühre dann mit dem Ende q des Drahtes xq die Collectorplatte.

Die Erklärung der groſsen Empfindlichkeit des Instrumentes ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, daſs die Schwerkraft, die der E, welche die Blättchen auseinandertreiben soll, entgegenwirkt, aufgehoben ist. Führt man bei hergestellter Divergenz $+E$ in die Lamellen ein, so können dieselben jetzt leicht divergiren, da die entgegengesetzten Elektricitäten des Inductionsdrahtes und der Lamellen, und zwar auf jedes Blättchen wirkend, bedeutend ihre Bewegung unterstützen. Es wirkt zwar die Schwere bei zunehmender Divergenz hindernd entgegen, aber bei der geringen Schwere der Lamellen wird dieselbe auch von sehr schwachen Quantitäten E, wegen der starken Anziehungskraft des Inductionsdrahtes, leicht über-

überwunden. — Führt man bei x negative E. ein, so unterstützt die Schwere das Zusammensinken der Blättchen, noch vergröfsert durch die nun abstofsende Kraft des Inductionsdrahtes. — Theilt man in den meisten Fällen dem Inductionsdrahte die —E. eines Korkscheibchens mit, so hat man immer sichere Anzeichen für die E., welche den Lamellen mitgetheilt wurde; divergiren dieselben mehr, so ist +E., sinken sie zusammen, so ist —E. in x eingeführt worden.

Die Vorzüge des eben beschriebenen Apparats glaube ich neben seiner grofsen Empfindlichkeit auch darin zu finden, dafs derselbe durchaus keine Unsicherheit in den Anzeichen befürchten läfst; er ist auch wohlfeil und von Jedem leicht anzufertigen.

Vor dem von Hrn. Dellmann verbesserten Oersted'schen Elektroskop (s. Bd. LV dies. Ann. S. 301; Bd. LVIII S. 49) hat es gröfsere Solidität voraus; die aufserordentlich grofse Beweglichkeit des Bügels, das Zittern des Fadens bei jeder Bewegung, die Vorsicht, die man also gebrauchen mufs, macht dieses Insrument schwer zu handhaben. Ueberdiefs kommt es diesem Instrumente an Empfindlichkeit gleich; ich habe alle Versuche, die Hr. Dellmann in der citirten Arbeit aufführt, mit dem besten Erfolge wiederholt. — Ich erlaube mir hier noch einige weitere Versuche folgen zu lassen, die ich, um die Brauchbarkeit des Instrumentes darzuthun, gemacht habe.

Eine geriebene Lackstange zeigt noch Einflufs auf eine Entfernung von 4 Fufs. — Berühre ich mit einer frisch abgeriebenen Zinkplatte, die ich in der Hand halte, ein Mal den messingenen Knopf der Collectorplatte, so zeigt sich beim Trennen der Platten schon ziemlich starke —E.; bei zweimaliger Berührung sinken die Lamellen meistens ganz zusammen. Lege ich eine Platte von Zink von etwa 1 Quadratzoll auf eine eben so grofse von Kupfer, lege die Kupferplatte auf die Hand und setze den Condensator durch ein nasses Stückchen Papier mit dem

Zink in Berührung, so zeigt das Elektroskop starke +E. Berühre ich mit einem Stückchen Stanniol den Knopf, so zeigt sich ziemlich starke —E. Bei einer zwei- bis dreimaligen Berührung des Knopfes mit einem glatten Eisendrahte oder einem polirten Stückchen Stahl zeigt sich —E.; es zeigt sich +E., wenn ich mit rauhem Eisen berühre. — Die Berührung mit einem dünnen Platindrahte zwei bis drei Mal wiederholt, bringt die Lamellen stark mit +E. zum Divergiren; oft reicht eine einmalige Berührung schon hin, die Elektricität recht sichtbar zu machen.

Blei, ein Mal an den Knopf des Condensators gebracht, macht die Lamellen schon stark mit —Elektr. convergiren. Ich bemerke hier, dafs bei allen angeführten Versuchen dem Inductionsdrahte —E. mitgetheilt und der Condensator mit oben beschriebener Einrichtung gebraucht wurde. — Ein Stückchen Holzkohle an einem Lackstängchen befestigt und angezündet auf den Knopf des Condensators gestellt, zeigt schon ziemlich starke —E., wenn man nur 1 bis 2 Secunden lang auf die glimmende Stelle mit dem Löthrohr bläst; dasselbe ist der Fall mit einem angezündeten Korkpfropfen. — Hängt man eine kleine Spirale von dünnem Platindrahte an den Knopf des Condensators, und führt die Flamme eines angezündeten Stückes Papier ein Mal an der Spirale so auf und ab, dafs der Saum der Flamme den Draht berührt, so zeigt sich ziemlich starke +E. Dasselbe ist der Fall bei der Kerzenflamme, der Flamme von Terpenthinöl, Holz, Phosphor, Harz, Kampher, Kautschuck und andern Körpern. — Hält man eine glimmende Holzkohle in der Hand und bläst den warmen Luftstrom mit dem Löthrohr so, dafs er die Spirale streift, so zeigt sich starke +E.

Noch eine Bemerkung sey mir hier zu machen vergönnt, die vielleicht dazu beitragen wird, zu erklären, warum berühmte Experimentatoren die beim Contact he-

terogener Metalle auftretende Elektricität nicht nach Wunsch an ihrem Goldblattelektroskop sichtbar machen konnten. Ein Glockenelektroskop zum Aufschrauben des Condensators von gewöhnlichen Dimensionen zeigte mir auch mit dem Inductionsdrahte nie die Versuche nur annähernd so schön, wie ein Elektroskop von engem Glase. Ohne Inductionsdraht aber konnte ich unter den günstigsten Bedingungen (ohne Condensator) keine Contact-Elektricität zum Vorschein bringen, selbst dann nicht, als ich es auf seinem Brette mit Siegellack möglichst luftdicht befestigte und sehr schmale Lamellen anklebte. Ich nehme daher zu meinen Elektrometern nur von den gewöhnlichen Gläsern mit eingeriebenem Glasstöpsel von einer Höhe von etwa 4" und einer inneren Weite von etwa 2 bis 2½". Die Erklärung dieser Erfahrung weiſs ich nicht zu geben.

V. *Beschreibung verschiedener neuen Instrumente und Methoden zur Bestimmung der Constanten einer Volta'schen Kette;*
von Charles Wheatstone.

(Aus den *Philosoph. Transact. f.* 1843, *pt. II*, in einem besonderen Abzuge mitgetheilt vom Hrn. Verfasser) [1]).

---

§. 1.

In der gegenwärtigen Mittheilung beabsichtige ich verschiedene Instrumente und Verfahrungsweisen zu beschreiben, die zur Untersuchung der Gesetze elektrischer Ströme von mir erdacht und seit mehren Jahren angewandt wor-

1) Obwohl diese Abhandlung, wie natürlich, manches Bekannte für den mit den Arbeiten deutscher Physiker vertrauten Leser einschlieſst, so habe ich doch geglaubt, sie hier nicht anders als unverkürzt geben zu dürfen. *P.*

den sind. Der practische Gegenstand, den ich dabei hauptsächlich im Auge hatte, und für welchen ich diese Instrumente ursprünglich construirte, war: die vortheilhaftesten Umstände zur Hervorbringung elektrischer Effecte in Ketten von grofser Ausdehnung zu ermitteln, um zu sehen, ob es ausführbar sey, Signale mittelst elektrischer Ströme in gröfsere, als die bisher versuchten Fernen zu geben. Diesen Zweck habe ich, geleitet durch die Ohm'sche Theorie und unterstützt durch die zu beschreibenden Instrumente vollständig erreicht. Allein der Gebrauch der neuen Instrumente ist nicht auf diesen speciellen Gegenstand beschränkt. Sie werden, glaube ich, sehr nützlich befunden werden zu allen Untersuchungen über die Gesetze strömender Eelektricität und zu den mannichfaltigen, täglich zunehmenden practischen Anwendungen dieses wundervollen Agens. Als eine mächtige Quelle von Licht, Wärme, chemischer Action und mechanischer Kraft, brauchen wir nur zu wissen, unter welchen Umständen sie ihre verschiedenen Effecte am ökonomischsten und kräftigsten äufsert, um beurtheilen zu können, ob die hohen Erwartungen, die man in Betreff mancher dieser Anwendungen gehegt hat, auf vernünftige oder trügerische Voraussetzungen begründet sind. Die Theorie, welche wir gegenwärtig besitzen, reicht völlig hin, uns in dieser Untersuchung den rechten Weg zu zeigen; allein bisher sind die Versuche noch nicht genügend vervielfältigt, um uns, wenige Fälle abgerechnet, zu befähigen, die numerischen Werthe der Constanten verschiedener Volta'scher Ketten zu erhalten; und ohne diese Kenntnifs können wir zu keinen scharfen Schlüssen gelangen.

§. 2.

Da die zu beschreibenden Instrumente und Methoden sämmtlich auf die von Ohm in seiner Theorie der Volta'schen Kette aufgestellten Principien gegründet sind und da diese schöne und umfassende Theorie selbst von

den mit Original-Untersuchungen beschäftigten Personen noch nicht allgemein verstanden und anerkannt ist, so konnte ich schwerlich hoffen, dafs meine Beschreibungen und Auseinandersetzungen verständlich seyn würden, wenn ich nicht einen kurzen Abrifs von den aus ihr abgeleiteten Hauptresultaten voranschickte. Man wird bald einsehen, wie die klaren Ideen von elektromotorischen Kräften und Widerständen, an die Stelle der so lange herrschenden vagen Begriffe von Intensität und Quantität gesetzt, uns befähigen, höchst wichtige Erscheinungen, deren Gesetze bisher in Dunkelheit und Zweifel gehüllt waren, auf befriedigende Weise zu erklären. Von dem Standpunkt, auf welchen Ohm's Arbeiten uns gestellt haben, auf die Gesetze der elektrischen Kette herabgesehen, giebt es kaum einen andern Zweig der experimentellen Wissenschaft, in welchem so viele und so mannichfaltige Erscheinungen durch Formeln von solcher Einfachheit und Allgemeinheit ausgedrückt werden. In den meisten physikalischen Wissenschaften haben die Ergebnisse der Beobachtung und des Versuches Schritt gehalten mit den theoretischen Verallgemeinerungen: in dieser Wissenschaft allein waren sie in unüberschwenglicher Fülle angehäuft, ohne dafs irgend ein erfolgreicher Versuch gemacht worden, sie auf einen mathematischen Ausdruck zurückzuführen. Glücklicherweise ist diefs aber nun geschehen, und was seither blofs ein Gegenstand speculativer Muthmafsungen war, ist in den Bereich der positiven Physik gebracht.

Mit *elektromotorischer Kraft* ist gemeint die Ursache, welche in einer geschlossenen Kette einen elektrischen Strom erregt oder in einer ungeschlossenen eine elektroskopische Spannung hervorbringt. Unter *Widerstand* versteht man das Hindernifs, welches die vom elektrischen Strom durchlaufenen Körper dem Durchgange dieses entgegenstellen. Er ist das Umgekehrte von dem, was man gewöhnlich Leitungsfähigkeit nennt.

Wenn in einem Theil der Kette die Thätigkeit erhöht oder geschwächt wird, durch eine Veränderung entweder in der elektromotorischen Kraft oder in dem Widerstande dieses Theils, so steigt oder sinkt die Thätigkeit in allen übrigen Theilen der Kette in entsprechendem Grade, so dafs dieselbe Elektricitätsmenge immer in demselben Zeitpunkt durch jeden Querschnitt der Kette geht.

Die Stärke des Stroms ist proportional direct der Summe der in der Kette thätigen elektromotorischen Kräfte und umgekehrt dem gesammten Widerstande aller Theile der Kette, oder mit andern Worten, die Stromstärke ist gleich der Summe der elektromotorischen Kräfte, dividirt durch die Summe der Widerstände.

Bezeichnet demnach F die Stromstärke, E die elektromotorischen Kräfte und R die Widerstände, so ist:

$$F=\frac{E}{R}.$$

Die Länge eines Kupferdrahts von gegebener Dicke, dessen Widerstand gleich ist der Summe der Widerstände in einer Kette, nennt Ohm die reducirte Länge, ein Ausdruck, den anzuwenden man häufig bequem finden wird.

Wenn die elektromotorischen Kräfte und Widerstände in einer Kette in gleichem Verhältnifs vergröfsert oder verringert werden, so bleibt die Stromstärke ungeändert, da:

$$\frac{E}{R}=\frac{nE}{nR}.$$

Eine einfache Kette bringt also dieselbe Wirkung hervor wie eine Batterie aus beliebig vielen Ketten gleicher Beschaffenheit, sobald kein fernerer Widerstand in dieselbe eingeschaltet worden. Auch werden eine thermoelektrische und eine Volta'sche Kette gleiche Wirkung geben, sobald die so schwache elektromotorische Kraft der ersteren durch eine entsprechende Verminderung ihres Widerstands compensirt wird. In einer thermo-elektri-

schen Kette ist der Widerstand im Allgemeinen klein, weil sie ganz metallen ist, während in einer Volta'schen Kette die Flüssigkeit immer einen beträchtlichen Widerstand darbietet.

Jeder eingeschaltete Widerstand schwächt die Stärke des Stroms, doch um so weniger, als er kleiner ist im Verhältnifs zu den übrigen Widerständen der Kette. Zwei Ströme von gleicher Stärke können also durch Einschaltung eines gleichen Widerstandes in sehr verschiedenen Verhältnissen geschwächt werden. Eine einfache Kette und eine Batterie aus vielen solcher Ketten geben Ströme von gleicher Stärke, nämlich respective:

$$\frac{E}{R} \text{ und } \frac{nE}{nR};$$

aber ihre Resultate werden sehr verschieden seyn, je nachdem der hinzugefügte Widerstand grofs oder klein ist gegen die ursprünglich vorhandenen Widerstände; ist er klein, so werden die Ströme beider Ketten nahe gleich bleiben, ist er aber grofs, so wird der Strom der einfachen Kette sehr bedeutend, der der Batterie dagegen nur unbeträchtlich geschwächt. Diefs erklärt die Nothwendigkeit eine Batterie anzuwenden, wenn bedeutende Widerstände zu überwinden sind. Dieselben Bemerkungen gelten für den Vergleich einer thermo-elektrischen Kette mit einer Volta'schen.

Folgendes ist die allgemeine Formel für die Stromstärke einer geschlossenen Volta'schen Kette, deren Platten einander parallel und von gleicher Gröfse sind:

$$F = \frac{nE}{\frac{nRD}{S} + \frac{rl}{s}},$$

worin F die Stromstärke, E die elektromotorische Kraft eines einfachen Elements, n die Anzahl der Elemente, R der specifische Widerstand der Flüssigkeit und die Dicke derselben oder der Abstand der Platten, S die mit der Flüssigkeit in Berührung stehende Fläche der

Platten, r der specifische Widerstand des Schliefsdrahtes, l dessen Länge und s dessen Querschnitt.

Ausgedrückt in Worten haben wir die folgenden Gesetze:

Die elektromotorische Kraft einer Volta'schen Kette verändert sich mit der Anzahl der Elemente, mit der Natur der Metalle und Flüssigkeiten eines jeden Elements, ist aber ganz unabhängig von den Dimensionen irgend eines Theils der Kette.

Der Widerstand eines jeden Elements ist proportional direct dem gegenseitigen Abstande der Platten in der Flüssigkeit und dem specifischen Widerstand der letzteren, und umgekehrt der die Flüssigkeit berührenden Oberfläche der Platten.

Der Widerstand des Schliefsdrahtes der Kette ist proportional direct der Länge und dem specifischen Widerstande desselben und umgekehrt dem Querschnitt desselben.

Die Gränzen dieser Mittheilung erlauben nicht, bei den Folgerungen aus Ohm's Theorie der elektrischen Kette länger zu verweilen; für das Weitere mufs ich verweisen auf des Verfassers Werk: »*Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet*,« Berlin 1827, von dem in Taylor's *Scientific Memoirs*, *Vol. II*, eine Uebersetzung erschienen ist, auf mehre seiner in Schweigger's Journal veröffentlichten Abhandlungen, und auf die neueren Anwendungen seiner Theorie durch Fechner, Lenz, Jacobi, Poggendorff, Pouillet u. A.

Es giebt jedoch eine Klasse von Betrachtungen, welche ich unumgänglich berühren mufs, weil auf sie viele der von mir hier zu beschreibenden Instrumente und Methoden gegründet sind, — ich meine die Gesetze der Vertheilung elektrischer Ströme in den verschiedenen Theilen einer Kette, wenn ein Leiter eingeschaltet ist, um einen Theil des Stromes abzuzweigen.

Sey λ die reducirte Länge desjenigen Theils der

Kette, von welchem der Strom theilwese abgezweigt ist, λ' die des Drahts, welcher den Strom abzweigt, und L die des unverzweigten Theils der Kette. Die Stromstärke in jedem der beiden Zweige λ und λ' steht, wie sich zeigen läſst, im umgekehrten Verhältniſs ihrer reducirten Längen und die reducirte Länge eines einfachen Drahts, welcher, für beide gesetzt, die Stromstärke nicht ändern würde, ist $\frac{\lambda\lambda'}{\lambda+\lambda'}$; sie mag mit Λ bezeichnet seyn.

Die Stromstärke der ursprünglichen Kette vor der Einschaltung des Zweigdrahtes ist dann:

$$F=\frac{E}{L+\lambda},$$

und die in den drei Stücken der geänderten Kette: in dem Haupt- oder unzertheilten Stücke L

$$F_1=\frac{E}{L+\Lambda}=\frac{E(\lambda+\lambda')}{L(\lambda+\lambda')+\lambda\lambda'},$$

in dem Stücke, aus welchem der Strom zum Theil abgezweigt ist, oder in λ

$$F_2=\frac{E}{L+\Lambda}\cdot\frac{\Lambda}{\lambda}=\frac{E\lambda'}{L(\lambda+\lambda')+\lambda\lambda'},$$

und in dem Stücke, welches den Strom theilweise abgränzt, oder in λ'

$$F_3=\frac{E}{L+\Lambda}\cdot\frac{\Lambda}{\lambda'}=\frac{E\lambda}{L(\lambda+\lambda')+\lambda\lambda'}.$$

§. 3.

Es ist selten, daſs ein wahrhafter Fortschritt in einer wissenschaftlichen Theorie gemacht wird, ohne daſs eine entsprechende Aenderung in der Terminologie erfordert werde. Jetzt, da es bewiesen ist, daſs die verschiedenartigen Quellen continuirlicher elektrischer Action nur verschieden sind durch die Gröſse ihrer elektromotorischen Kräfte, modificirt durch den Widerstand der Kette, zu welcher sie gehören, wird es, um den Angaben Schärfe zu verleihen und sonst unvermeidliche Umschreibungen zu vermeiden, wichtig, allgemeine Ausdrücke anzunehmen,

um die Quelle eines Stroms ohne Rücksicht auf die besondere Art seiner Erzeugung zu bezeichnen. Ich werde daher das Wort *Rheomotor* gebrauchen, um einen Apparat zu bezeichnen, der einen elektrischen Strom liefert, sey es nun eine Volta'sche Kette oder eine Volta'sche Batterie, eine thermo-elektrische Kette, eine thermo-elektrische Batterie oder sonst irgend eine Quelle eines elektrischen Stroms. Wenn ich von einem einfachen Elemente spreche, werde ich es *rheomotorisches Element* nennen, und was man gewöhnlich eine Volta'sche oder thermo-elektrische Säule oder Batterie nennt, werde ich mit dem Namen: *rheomotorische Reihe* belegen. Ich werde die gewöhnlichen Ausdrücke noch gebrauchen, wenn ich von specifischen Quellen elektrischer Ströme rede; allein, wenn ich die allgemeinen Ausdrücke anwende, gelten sie unterschiedlos von allen diesen Quellen.

Der Mangel eines allgemeinen Namens für ein Instrument zum Messen der Stärke elektrischer Ströme, ohne Bezug auf die besondere Construction desselben, ist längst gefühlt worden. Ich werde zu diesem Behufe das Wort *Rheometer* gebrauchen, jedoch fortfahren die Namen Galvanometer, Voltameter u. s. w. für die bisher damit bezeichneten Instrumente anzuwenden, obwohl es zweckmäſsiger wäre, sie magnetisches, chemisches, thermisches Rheometer zu nennen.

Es wird hier der geeignete Ort seyn, noch ein Paar Ausdrücke zu erklären, die ich häufig, obwohl nicht im Laufe dieser Mittheilung, zu gebrauchen Anlaſs gehabt. Unter *Rheotom* verstehe ich ein Instrument, welches einen Strom periodisch unterbricht, und unter *Rheotrop* ein anderes, welches ihn abwechselnd umkehrt. Ein *Rheoskop* ist ein Instrument zur Ausmittlung des bloſsen Daseyns eines elektrischen Stroms. Das Wort *Rheostat* wird später erklärt werden.

Ich habe diese Benennungen, welche sehr bequem sind, und uns in den Stand setzen, allgemeine Sätze deut-

licher auszusprechen, nicht ohne gute Autorität eingeführt. Der Name *Rheophor* ward von Ampère gebraucht für den Schliefsdraht eines Volta'schen Apparats, als einen Träger oder Durchlasser des Stroms; und das Wort *Rheometer*, zuerst von Péclet als Synonym für Galvanometer vorgeschlagen, ist von physikalischen Schriftstellern Frankreichs allgemein angenommen worden.

§. 4.

Die Methode, welche Fechner, Lenz, Pouillet etc. bei ihren experimentellen Prüfungen der Ohm'schen Theorie zur Bestimmung der Constanten einer rheophorischen Kette anwandten, ist wesentlich die folgende:

Der Widerstand einer Kette wird bestimmt, indem man die Stromstärke beobachtet, erst ohne einen in die Kette eingeschalteten äufseren Widerstand, und dann mittelst eines solchen von bekannter Gröfse. Dann hat man:

$$F=\frac{E}{R} \text{ und } F'=\frac{E}{R+r}, \text{ also } \frac{F}{F'}=\frac{R+r}{R},$$

woraus sich, da alle übrigen Gröfsen bekannt sind, der Werth von R leicht ergiebt als:

$$R=\frac{F'}{F-F'}\cdot r.$$

Die elektromotorische Kraft der Kette ergiebt sich dann durch Multiplication der Stromstärke mit dem gesammten Widerstand. Denn da:

$$F=\frac{E}{R}, \text{ ist } E=FR.$$

Das Princip dieser Methode ist ungemein einfach; allein die Schwierigkeit, die Stromstärke unmittelbar durch ein Galvanometer zu bestimmen, ist ein Hindernifs für die allgemeine Anwendung derselben. Fechner mafs die Stromstärke durch die Schwingungsmenge einer gegen das Drahtgewinde winkelrecht gestellten Nadel; eine sehr mühsame Operation [1]). Andere benutzten dazu die Ablenkungen der Nadel, für welche die entsprechenden

1) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette. Leipzig 1831. S. 5.

Stromstärken zuvor durch besondere Methoden bestimmt, oder aus einer, von der besonderen Construction des Instruments abhängigen Regel hergeleitet wurden. Ein anderes Hindernifs für den Gebrauch eines Galvanometers zur Messung der Stromstärke entspringt aus den Veränderungen in der magnetischen Intensität der Nadel, Veränderungen, die häufig eintreten, besonders wenn ein starker Strom auf sie eingewirkt hat.

Das Princip meiner Methode besteht darin, dafs veränderliche statt constante Widerstände angewandt, und dadurch die zu vergleichenden Ströme zur Gleichheit gebracht werden; aus der Gröfse der zu zwei Ablenkungen der Nadel eingeschalteten Widerstände werden dann, je nach den besonderen Umständen des Experiments, die elektromotorischen Kräfte und die Widerstände der Kette abgeleitet. Diese Methode erfordert keine Kenntnifs der den Ablenkungen der Nadel entsprechenden Stromstärken.

Um dieses Princip anzuwenden bedarf man eines Mittels, den eingeschalteten Widerstand innerhalb jeder erforderlichen Gränze allmälig zu verändern. Ich habe zu diesem Behufe zwei Instrumente construirt, das eine für Ketten, in denen der Widerstand bedeutend ist, das andere für Ketten mit geringem Widerstand [1]).

1) Wie es scheint ist auch Hr. Prof. Jacobi in St. Petersburg auf die Idee der Construction eines solchen Instruments verfallen. Als ich anfangs Augnst 1840 diesem ausgezeichneten Experimentator meine Instrumente und Methoden auseinandersetzte, sagte er mir, er habe ein ähnliches Instrument construirt und der St. Petersburger Academie vorgezeigt, indefs noch keine Beschreibung davon veröffentlicht; zugleich zeigte er mir eine Abbildung desselben. Diefs Instrument, welches er seitdem *Agometer* genannt hat, weicht in seiner Construction von dem meinen ab, und ist weniger bequem zu handhaben. [Die Beschreibung dieses Instruments in seiner ersten und seiner späteren Form findet man in den Ann. Bd. LIV S. 340 und Bd. LIX S. 145. *P.*]

In einer Mittheilung, welche Prof. Jacobi im Monat darauf der Versammlung britischer Naturforscher zu Glasgow machte und die später im „*Athenaeum*“ von 1840, No. 678, veröffentlicht ward,

§. 5.

Das erste Instrument ist in Fig. 12 *A* Taf. II abgebildet; *g* ist ein Cylinder von Holz, und *h* einer von Messing, beide von gleichem Durchmesser, und mit ihren

spricht er sich folgendermaſsen aus: — „Ehe ich weiter gehe, sey es mir erlaubt, einige Bemerkungen in Betreff eines Instruments zu machen, das ich zu Anfange dieses Jahrs der Academie der Wissenschaften vorlegte. Es dient zur Regulirung des galvanischen Stroms, und ist bei vielen Untersuchungen dieser Art von Werth. Während meines Aufenthalts in London zeigte mir Prof. Wheatstone ein Instrument, welches genau auf denselben Principien wie das meine beruht, mit sehr unbedeutenden Abänderungen und Abweichungen. Nun ist es ganz unmöglich, daſs er die geringste Kenntniſs von meinem Instrument gehabt haben sollte; allein da der Gebrauch desselben wahrscheinlich sehr ausgedehnt werden kann, so muſs ich hinzufügen, daſs, während ich das Instrument nur zur Regulirung der Stromstärken benutzte, er auf dasselbe eine neue Methode zur Messung dieser Ströme und zur Bestimmung der verschiedenen Elemente oder Constanten, welche in die analytischen Ausdrücke eingehen und auf welchen die Wirkung einer galvanischen Combination beruht, gegründet hat. Es ist hauptsächlich die Messung der elektromotorischen Kraft auf diese Weise, auf welche Hr. Wheatstone seine Aufmerksamkeit gerichtet hat; er zeigte mir, in seinen noch nicht veröffentlichten Papieren, sehr schätzbare Resultate, die er durch diese Methode erhalten hat."

Nach seiner Rückkehr hat Prof. Jacobi meine Methode angewandt zur Bestimmung der Constanten einer Volta'schen Kette. Die Abhandlungen, in welchen er seine Resultate giebt, sind in Poggendorff's Annalen der Physik, Bd. LIV (1841) S. 338 ff. und Bd. LVII (1842) S. 85 ff., abgedruckt. Der letzteren hat der gelehrte Herausgeber, der selber höchst werthvolle Untersuchungen auf diesem Gebiet gemacht hat, S. 83 folgende Anmerkung hinzugefügt: — „Ich erlaube mir dabei zu erinnern, daſs ich dieselbe (oder wenigstens eine im Princip mit ihr identische) Methode anwandte, ehe sie dem Hrn. Verfasser von Hrn. Wheatstone mitgetheilt wurde." S. Ann. Bd. LII S. 526. — Ich habe diesen Band nachgeschlagen und finde, daſs derselbe in der ersten (*latter*) Hälfte des Jahres 1841 veröffentlicht ward, während meine Mittheilung an Prof. Jacobi, wie oben gesagt, im August 1840 geschah. Ich muſs auch anführen, daſs die von Hrn. Professor Poggendorff angewandte experimentelle Methode keine Aehnlichkeit mit der meinigen besitzt, und das

Axen einander parallel. Auf dem Holzcylinder ist ein Schraubengang eingeschnitten, und an einem seiner Enden trägt derselbe einen Messingring, an welchem das eine Ende eines langen und sehr dünnen Drahts befestigt ist; dieser wird auf den Holzcylinder gewickelt, so dafs er den Schraubengang gänzlich füllt, und dann mit seinem zweiten Ende an dem jenseitigen Ende des Messingcylinders befestigt. Zwei Federn, *j* und *k*, von denen die eine auf den Messingring des Holzcylinders und die andere auf das Ende des Messingcylinders *h* drückt, sind mit zwei Klemmschrauben verbunden, um die Drähte der Kette aufzunehmen. Die abnehmbare Handhabe *m* dient zum Drehen der Cylinder um ihre Axen. Steckt man sie auf den Cylinder *h* und dreht nach der Rechten, so wird der Draht vom Holzcylinder ab- und zum Messingcylinder aufgewickelt; steckt man sie dagegen auf den Cylinder *g* und dreht nach der Linken, so geschieht das Umgekehrte. Da die Windungen auf dem Holzcylinder isolirt und durch den Schraubengang von einander entfernt gehalten werden, so durchläuft der Strom auf diesem Cylinder den Draht seiner ganzen Länge nach; allein auf dem Messingcylinder, wo die Windungen nicht isolirt sind, geht der Strom sogleich von dem Punkt, wo der Draht den Cylinder berührt, zu der Feder *k*. Der wirksame Theil der Drahtlänge ist also das veränderliche Stück, welches sich auf dem Holzcylinder befindet.

Bei dem gewöhnlich von mir angewandten Instru-

gesuchte Resultat ebenfalls ein anderes ist; das mathematische Princip der Methode war indefs in dem einzelnen von ihm untersuchten Fall unzweifelhaft dasselbe. [Es war auch nur dieses Princip, welches ich in Anspruch nehmen wollte, und, wenn ich auch sonst in der Zeit irrte, doch jedenfalls benutzte und selbst veröffentlichte, ehe mir von den Methoden des ingeniösen englischen Physikers etwas bekannt war. Die Anwendung dieses Princips auf galvanometrische Messungen continuirlich einerlei Richtung behaltender Ströme verbleibt Hrn. Wheatstone unstreitig ganz allein. *P.*]

ment halten die Cylinder sechs Zoll in Länge und anderthalb Zoll im Durchmesser, vierzig Schraubengänge gehen auf einen Zoll, und der Draht, der von Messing ist, hat 0,01 Zoll im Durchmesser. Ich nehme den Draht so dünn und von so schlecht leitendem Metall, um einen grofsen Widerstand in die Kette einführen zu können.

Zur Zählung der abgewickelten Windungen ist eine Skale angebracht, und die Bruchtheile einer Windung bestimmen sich mittelst eines Zeigers, der an der Axe eines der Cylinder befestigt ist, und auf die Theilpunkte eines graduirten Kreises hinweist.

Da der Hauptzweck des Instruments darin besteht, den Strom auf irgend eine constante Stärke zu bringen oder darauf zu erhalten, so habe ich es *Rheostat* genannt.

Fig. 12 Taf. II zeigt die Anordnung der Kette zum Behufe eines Versuchs. *B* ist ein empfindliches Galvanometer mit einer astatischen Nadel und einem Mikroskope zum Ablesen der Theilpunkte des Kreises, einem grofsen Erleichterungsmittel der Beobachtungen. *C* ist der Rheomotor.

Ich mufs hier für einen Augenblick abschweifen, um die Volta'sche Kette zu beschreiben, die ich zu den meisten meiner rheometrischen Untersuchungen angewandt habe. Ich finde dieselbe sehr constant in ihrer Wirkung und sehr bequem in ihrer Handhabung. Es ist ganz unnöthig, grofse Ketten zu solchen Untersuchungen anzuwenden, denn wenn in dieselben bedeutende Widerstände eingeschaltet sind, was meistens der Fall ist, geben sie keine erheblich gröfsere Wirkungen als kleine, und in allen Fällen können die Messungen bei Anwendung kleiner Ketten eben so genau gemacht werden als bei der von grofsen.

Das Volta'sche Element *C* besteht aus einem glasirten Porcellankasten, zwei Zoll jede Seite (*two inches square*) und anderthalb Zoll hoch; mitten darin steht

ein kleiner poröser Cylinder von Steingut oder Holz, gefüllt mit flüssigem Zinkamalgam; der Raum zwischen beiden ist mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gefüllt. Ein Streifen dünnen Kupferblechs, rund gebogen, und an einer Ecke mit einem überhängenden Fortsatz versehen, damit er an dem Schliefsdraht der Kette befestigt oder in das Amalgam einer zweiten ähnlichen Zelle getaucht werden kann, ist in die Lösung gestellt. Fig. 14 Taf. II stellt mehre solcher Elemente zu einer Reihe vereinigt dar. Man sieht, es ist Prof. Daniell's constante Batterie, ein wenig abgeändert, indem, wie bei Hrn. Kemp's erstem Versuch, flüssiges Zinkamalgam statt der amalgamirten Zink-Stäbe oder -Platten angewandt und die Säure fortgelassen ist. Diese Vorrichtung ist nicht allein sehr constant in ihrer Wirkung, sondern auch sehr ökonomisch und leicht zu handhaben. Statt des Kupfers kann jedes andere negative Metall angewandt werden, wenn man nur die Lösung eines Salzes von diesem Metall zur Flüssigkeit nimmt.

§. 6.

Für Ketten mit verhältnifsmäfsig kleinem Widerstand wende ich den in Fig. 13 *A* Taf. II abgebildeten Rheostat an. *a* ist ein Cylinder von wohl getrocknetem (*well-seasoned*) Holz, auf welchem ein Schraubengang eingeschnitten ist. In diesen Schraubengang ist ein Kupferdraht gewickelt von solcher Dicke, dafs er denselben nicht nur ausfüllt, sondern gleichsam den Grat einer Schraube bildet. Dicht über dem Cylinder und parallel seiner Axe befindet sich ein dreiseitiger Metallstab *b*, welcher einen Reiter oder Schlitten *c* trägt; an diesem Reiter ist eine Feder befestigt, die beständig auf den schraubenförmigen Draht drückt und dabei jeder kleinen Unebenheit nachgiebt. Das eine Ende des Schraubendrahts ist an einem Messingring *e* befestigt, auf welchen eine Feder *f* drückt, die mittelst einer Klemmschraube mit einem Ende der Kette verbunden ist; das andere Ende der

der Kette steht durch eine Klemmschraube in metallischer Verbindung mit dem dreiseitigen Metallstab. Dreht man die Handhabe *h*, so bewegt sich der Cylinder um seine Axe in der einen oder anderen Richtung, und der Reiter, geführt von dem Draht, gleitet längs dem Cylinder fort, vor- oder rückwärts, je nachdem der Cylinder rechts oder links gedreht wird. So wie der Reiter mit einem andern Punkt des Schraubendrahts in Berührung kommt, wird in die Kette ein anderer Widerstand eingeführt, bestehend blofs aus dem Theil des Drahts, welcher zwischen den Reiter und das mit der Feder *f* verbundene Drahtende eingeschlossen ist. An dem von mir construirten Instrument hält der Cylinder $10\frac{1}{2}$ Zoll in Länge und $3\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser; der Draht ist von Kupfer, $\frac{1}{16}$ Zoll dick, und macht 108 Umgänge um den Cylinder. Die Dimensionen des Instruments, die Dicke, die Länge und das Material des Drahts können verändert werden, je nach den Gränzen des veränderlichen Widerstandes, der in die Kette einzuschalten erforderlich ist, und nach dem Grade von Genauigkeit, mit welchen diese Veränderungen gemessen werden sollen.

Fig. 13 Taf. II stellt die Anordnung einer thermoelektrischen Kette dar, in welche dieses Instrument eingeschaltet ist. *C* ist das thermo-elektrische Element; *B* das Galvanometer, welches nun aber nicht, wie früher, viele Windungen eines dünnen Drahts enthalten darf, denn diefs würde einen zu grofsen Widerstand in die Kette einführen, sondern nur eine einzige Windung einer dicken Platte oder eines dicken Drahts besitzen mufs; auch kann hier, was ich für noch vortheilhafter halte, die in §. 15 beschriebene Methode der Abzweigung einer Portion des Stroms aus dem Drahte eines empfindlichen Galvanometers angewandt werden. Mit einem Rheostat von dieser Form kann jeder Rheomotor mit kleinem Wi-

derstande, statt des thermo-elektrischen Elements, in abgebildeter Weise verbunden, angewandt werden.

Besonders in der zuletzt beschriebenen Form kann der Rheostat mit Nutzen als Regulator eines Volta'schen Stroms angewandt werden, um diesen Strom für irgend eine erforderliche Zeit genau auf gleicher Stärke zu erhalten oder in irgend einem gewünschten Verhältnisse abzuändern. Eingeschaltet in die Kette einer elektromagnetischen Maschine kann, bei Schwankungen der rheomotorischen Stärke, die Geschwindigkeit stets wieder auf gleichen Werth gebracht werden, so wie, je nachdem die Geschwindigkeit zu- oder abgenommen hat, man den Cylinder des Regulators links oder rechts dreht; auch kann man durch zweckmäfsige Ajustirung des Rheostats, innerhalb gegebener Gränzen, jede andere Geschwindigkeit hervorbringen. Da der Verbrauch an Material in einer Volta'schen Batterie, in welcher keine örtliche Wirkung stattfindet, in demselben Verhältnisse abnimmt als der Widerstand der Kette vermehrt wird, hat diese Methode der Geschwindigkeitsveränderung einen Vorzug vor jeder anderen; die Stromstärke (*effective force*) ist immer genau proportional der zur Erzeugung der Kraft verbrauchten Menge des Materials, ein Punkt, welcher, wenn es je durch fernere Verbesserungen gelingen sollte, eine elektro-magnetische Maschine zu einer nutzhaften Quelle von mechanischer Kraft zu machen, von bedeutender Wichtigkeit seyn wird.

Eben so ist der Nutzen des Rheostats bei den Operationen des Voltatyps einleuchtend. Indem man die Galvanometernadel durch bisweiliges Drehen des Rheostats auf demselben Punkt erhält, kann man sich den Strom beliebig lang und ohne beträchtliche Schwankungen von irgend einer erforderlichen Stärke verschaffen, und da die Natur des Niederschlags, wenn die ihn liefernde Lösung dieselbe bleibt, nur mit der Stromstärke und der Gröfse der ihn aufnehmenden Fläche variirt, so

lassen sich, wenn einmal eine gute Wirkung erhalten ist, dieselben Umstände mit Leichtigkeit und Sicherheit wieder hervorbringen, und somit jede Zufälligkeit entfernen.

Auch bei den Operationen des Voltatyps, der Elektro-Vergoldung etc., der Erzeugung Nobili'scher Farben, hat der Gebrauch des Rheostats einleuchtenden Vortheil. Es ist indefs hier nicht der Ort den Gegenstand ausführlicher zu erörtern.

§. 7. Grundmaafs des Widerstandes.

Es ist von der höchsten Wichtigkeit für den Widerstand ein genaues und zum Behufe einer Vergleichung leicht herbeizuschaffendes Grundmaafs (*Standard*) zu haben. Dazu kann ein Kupferdraht von gegebener Länge und Dicke angewandt werden; allein da sehr kleine Verschiedenheiten im Durchmesser bedeutende Unterschiede in den Widerständen der Drähte zur Folge haben, so ist es zweckmäfsiger einen Draht von gegebener Länge und gegebenem Gewicht zur Einheit des Widerstands zu nehmen; diefs erlaubt kleine Unterschiede sehr genau zu bestimmen. Ich nehme daher zu allen meinen Versuchen als Einheit des Widerstandes einen Kupferdraht von einem Fufs Länge und 100 Gran Gewicht. Dieser Draht hält 0,71 Zoll im Durchmesser, und liegt zwischen den im Handel vorkommenden No. 15 und No. 16.

§. 8. Widerstandsrollen.

Häufig sind weit gröfsere Widerstände zu messen, als mittelst des Rheostats geschehen kann, obwohl die reducirte Länge seines Drahts beträchtlich ist. So z. B. kann ich zu wünschen wissen, wie grofs der Widerstand des bisweilen viele hundert Ellen langen Drahts der Elektromagnete meines telegraphischen Apparates sey, oder wie grofs der einer ausgedehnten telegraphischen Linie oder der einer gewissen Strecke einer unvollkommen leitenden Flüssigkeit. In allen diesen und vielen anderen

Fällen wende ich ein anderes Instrument an, vermöge dessen ich Widerstände von jedem Betrage in die Kette einschalten, und doch mit vereinter Hülfe des Rheostats, der zur feinen Ajustirung derselben dient, jeden erforderlichen Grad von Genauigkeit erlangen kann. Dieses Instrument ist in Fig. 12 *D* Taf. II abgebildet. Es besteht aus sechs Rollen eines mit Seide besponnenen Kupferdrahts von etwa $\frac{1}{200}$ Zoll im Durchmesser. Zwei dieser Rollen halten jede 50 Fuſs Draht, die übrigen respective 100, 200, 400 und 800 Fuſs. Die beiden Drahtenden jeder Rolle sind oben befestigt an kurze dicke Drähte, die dazu dienen, alle Drahtrollen zu einer Länge zu vereinigen; die beiden Drähte *a*, *b* bilden die Enden sämmtlicher Rollen und verbinden sie mit der Kette. An der oberen Fläche eines jeden Cylinders ist eine doppelte Messingfeder, beweglich um ein Centrum, so daſs ihre Enden nach Belieben entweder auf die Enden der dicken Verbindungsdrähte gebracht oder von ihnen entfernt, und bloſs auf das Holz geschoben werden können. In der letzten Stellung muſs der Strom durch die Drahtrolle gehen; allein in der ersten Stellung geht er durch die Feder, und schlieſst den ganzen Widerstand der Drahtrolle von der Kette aus. Wenn sämmtliche Federn auf den Drähten ruhen, ist der Widerstand aller Drahtrollen entfernt, dreht man aber die Federn gehörig, so kann man jedes Multiplum von 50 Fuſs bis zu 1600 Fuſs in die Kette bringen.

Da die Messung dieser groſsen Drahtlängen nicht genau bewerkstelligt werden kann, so ist es rathsam, die Anzahl der Widerstands-Einheiten jeder Rolle auszumitteln, und dieſs kann mittelst des Rheostats leicht geschehen. Ich finde den Widerstand der sämmtlichen 1600 Fuſs gleich 218 880 Widerstands-Einheiten oder Fuſs des Normaldrahts. Zuweilen wende ich eine Hülfsreihe von sechs ähnlich verknüpften Rollen desselben Drahts, jeden von 500 Ellen in Länge, an. Die redu-

cirte Länge dieser Reihe beträgt über 233 engl. Meilen des Normaldrahts. Durch Verknüpfung dieser mit dem vorhergehenden bin ich im Stande Widerstände $=274\frac{1}{2}$ engl. Meilen zu messen.

§. 9.

Wenn ein vollkommen constantes Element, ein Galvanometer und ein Rheostat zu einer Kette geschlossen sind, wie Fig. 12 Taf. II, so läfst sich der Widerstand eines eingeschalteten Körpers folgendermafsen ermitteln. Man beobachte den Punkt, auf welchem die Nadel steht, entferne den Körper, dessen Widerstand gemessen werden soll, aus der Kette, und füge mittelst des Rheostats so viel Draht hinzu, dafs die Nadel wieder auf denselben Punkt kommt. Die Anzahl der Widerstands-Einheiten, die der hinzugefügten Länge entspricht, wird das Maafs seyn.

Es ist eine Sache von Wichtigkeit, dafs man den Widerstand des Drahts in dem zum Versuch angewandten Galvanometer kenne. Um diesen durch die obige Methode zu ermitteln würde ein Hülfsgalvanometer erforderlich seyn; allein wenn man kein zweites Galvanometer zur Hand hat, kann man folgende Methode anwenden. Man nehme zwei rheomotorische Elemente, die an elektromotorischer Kraft und Widerstand genau gleich sind, bringe das eine in die Kette, Fig. 12, und beobachte genau die Stellung der Nadel, schalte dann auch das zweite Element ein, und bringe mittelst des Rheostats die Nadel wieder auf denselben Punkt. Das Aequivalent des abgewickelten Drahts λ wird das Maafs des Widerstands des Galvanometerdrahts g und der Verbindungsdrähte r seyn. Zieht man r von λ ab, so erhält man g; denn:

$$\frac{E}{R+r+g}=\frac{2E}{2R+r+g+\lambda} \text{ woraus } g=\lambda-r.$$

Noch genauer läfst sich der Widerstand des Galvanometerdrahts oder irgend eines eingeschalteten Kör-

pers mittelst der in §. 16 beschriebenen Instrumente bestimmen.

§. 10. Methode, die Summe der elektromotorischen Kräfte einer Volta'schen Kette zu bestimmen.

Der Rheostat liefert ein höchst leichtes Mittel, die Summe der elektromotorischen Kräfte einer Volta'schen Kette zu bestimmen, ohne dafs man ein die Stromstärken angebendes Rheometer nöthig hat, oder die mühsame Methode des Zählens der Nadelschwingungen, die Fechner bei seinen Untersuchungen angewandt hat, zu Hülfe zu nehmen braucht. Zeit und Mühe sparen bei dieser Operation, ist von grofser Wichtigkeit für die ferneren Fortschritte der Elektro-Chemie, sowohl wegen der grofsen Anzahl derartiger noch zu machender Versuche, als auch wegen der Schwankungen, welche die elektromotorische Kraft vieler Ketten vermöge chemischer und anderer Actionen erleidet, und welche Beobachtungen, die viele Zeit erfordern, ganz werthlos machen.

Das Princip meiner Methode ist folgendes. In zwei Ketten, die gleiche rheometrische Effecte F geben, ist die Summe der elektromotorischen Kräfte, dividirt durch die Summe der Widerstände, eine constante Gröfse, d. h.:

$$\frac{E}{R} = \frac{nE}{nR};$$

wenn E und R in gleichem Verhältnisse zu- oder abnehmen, wird F offenbar ungeändert bleiben. Kennt man also das Verhältnifs der Widerstände in zwei Ketten, die denselben Effect geben, so sind wir sogleich im Stande, das der elektromotorischen Kräfte daraus herzuleiten. Da es indefs in manchen Fällen schwierig ist, den gesammten Widerstand, bestehend aus dem des Rheomotors selbst, dem des Galvanometers, Rheostats u. s. w. zu bestimmen, so habe ich zu folgender einfacher Methode gegriffen. Ich vermehre den Widerstand der er-

sten Kette um eine bekannte Gröſse; hiedurch bekommt die Stromstärke zum Ausdruck:

$$\frac{E}{R+r}.$$

Um diesem die Stromstärke der zweiten Kette gleich zu machen, muſs offenbar der hinzugefügte Widerstand mit demselben Factor multiplicirt werden, mit dem die elektromotorischen Kräfte und ursprünglichen Widerstände multiplicirt sind, d. h. es muſs seyn:

$$\frac{E}{R+r}=\frac{nE}{nR+nr}.$$

Da das Verhältniſs der hinzugefügten Widerstände r und nr bekannt ist, so giebt es unmittelbar das der elektromotorischen Kräfte.

Experimentell verfahre ich so. Ich schalte den Rheostat und das Galvanometer in die Kette ein, und füge mittelst des ersten, erforderlichenfalls mit Hülfe von Drahtrollen, einen solchen Widerstand hinzu, daſs die Nadel genau auf 45° gebracht wird; endlich ermittle ich die Drahtlänge, die vom Messingcylinder des Regulators abgewickelt werden muſs, um die Ablenkung der Nadel auf 40° zurückzuführen. Die Anzahl der Umgänge ist das Maaſs der elektromotorischen Kraft, wenn die Anzahl, welche einem Normal-Element entspricht, zuvor ausgemittelt worden ist [1]).

1) Die Theorie dieses experimentellen Verfahrens würde folgende seyn. Bezeichnen F und F' die den Ablenkungen 45° und 40° entsprechenden Stromstärken, so hätte man für eine erste Kette mit der elektromotorischen Kraft E, dem ursprünglichen Widerstande R und den hinzugefügten Widerständen r und r' die Ausdrücke:

$$F=\frac{E}{R+r};\ F'=\frac{E}{R+r'} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

und für eine zweite Kette mit der elektromotorischen Kraft E', dem ursprünglichen Widerstande R' und den hinzugefügten Widerständen ϱ und ϱ' die analogen Gleichungen:

$$F=\frac{E}{R'+\varrho};\ F'=\frac{E'}{R'+\varrho'} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

§. 11.

Ich gebe hier einige nach der obigen Methode gemachten Messungen von elektromotorischen Kräften.

1) Drei Elemente von ungleicher Gröfse, bestehend aus Kupfer, Kupfervitriollösung und flüssigem Zinkamalgam, wurden successiv in die Kette gebracht. Um die Nadel von 45° auf 40° zurückzuführen, waren folgende Anzahl von Umgängen des Rheostats erforderlich:

Kleines Element, beschrieben in §. 5	30 Umgänge
Kupfercylinder $3\frac{1}{2}''$ hoch, $2\frac{1}{2}''$ Durchmesser	30 - -
Kupfercylinder $6''$ hoch, $3\frac{1}{2}''$ Durchmesser	30 - -

Folglich hat, übereinstimmend mit der Theorie, die Gröfse der Elemente keinen Einflufs auf deren elektromotorische Kraft.

2) Fünf kleine Elemente aus Kupfer und amalgamirtem Zink wurden respective geladen mit folgenden fünf Kupferlösungen: Sulphat, Ammoniak-Sulphat, Nitrat, Acetat und Chlorid. Obgleich die Stromstärken der einzelnen Elemente, vermöge der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Lösungen, sehr verschieden waren, so erfor-

Setzt man nun, Kürze halber, $F=cF'$, so ergeben sich respective aus (1) und (2):

$$R+r=\frac{r'-r}{c-1}\ ;\quad R'+\varrho=\frac{\varrho'-\varrho}{c-1};$$

folglich:

$$F=\frac{c-1}{r'-r}.E\ ;\ F=\frac{c-1}{\varrho'-\varrho}.E'$$

und daraus:

$$\frac{E}{E'}=\frac{r'-r}{\varrho'-\varrho}.$$

Es sind also die Kräfte E und E' proportional den Unterschieden $r'-r$ und $\varrho'-\varrho$ oder den durch die Umdrehungen des Rheostats gemessenen Widerständen, welche in beiden Fällen nöthig sind, um die Ablenkung von 45° auf 40° herabzubringen.

Diese Methode fällt, ihrem Principe nach, mit der zusammen, nach welcher ich früher (Ann. Bd. LII S. 526) mittelst eines Luftthermometers die elektromotorische Kraft hin- und herlaufender elektromagnetischer Ströme zu bestimmen gesucht habe. *P.*

derten doch alle, mit Ausnahme des Nitrats, eine gleiche Zahl von Umgängen, hatten also gleiche elektromotorische Kräfte. Das letztere schwankte zwischen 23 und 29, vermuthlich wegen einer störenden Einwirkung der Salpetersäure auf das Quecksilber des Amalgams.

3) Die Messung der elektromotorischen Kräfte von successiv 1, 2, 3, 4, 5 gleichen Elementen ergab:

1 Element erforderte	30 Umgänge
2 Elemente erforderten	61 - -
3 Elemente - -	91 - -
4 Elemente - -	120 - -
5 Elemente - -	150 - -

Die elektromotorische Kraft einer Batterie steht also, wie es die Theorie angiebt, im geraden Verhältnifs zur Zahl der gleichen Elemente, aus welchen sie zusammengesetzt ist.

4) Die nächsten Versuche bezweckten, die elektromotorische Gegenkraft zu messen, die bei Einschaltung eines Voltameters oder einer Zersetzungszelle in eine Kette eingeführt wird. Die mit den Platin-Elektroden in Berührung stehende Flüssigkeit war verdünnte Schwefelsäure. Die Messung dieser Gegenkraft geschah durch Abziehung der beobachteten Anzahl Umgänge von derjenigen Anzahl, die der elektromotorischen Kraft der Kette nach Entfernung der Zersetzungszelle entsprach.

		Elektromotorische Gegenkraft.
3 Elemente mit Zersetzungszelle	21 Umgänge	90— 21=69
4 - - - - -	50 - -	120— 50=70
5 - - - - -	79 - -	150— 79=71
6 - - - - -	109 - -	180—109=70
		Mittel 70

Die elektromotorische Gegenkraft kann demnach in diesem Falle als constant betrachtet werden, als im Verhältnifs 7 : 3 zu der Kraft eines einfachen Normal-Ele-

ments. Es ist daraus klar, weshalb drei solche Elemente nöthig sind, um Wasser zu zersetzen in einer Zelle mit Platin-Elektroden von einer gewissen Gröfse und geladen mit verdünnter Schwefelsäure. Der Betrag dieser Gegenkraft ist verschieden je nach den Flüssigkeiten und den angewandten Elektroden. Da es für jetzt nicht meine Absicht ist, diesen Gegenstand zu erforschen, sondern nur einige Beispiele von den nach obiger Methode zu erhaltenden Messungen zu geben, so werde ich in die Betrachtung dieses interessanten, aber schwierigen Gegenstandes nicht weiter eingehen.

5) Die höchste elektromotorische Kraft, welche eine Volta'sche Kette aus zwei Metallen und einer Flüssigkeit zeigen kann, findet statt, wenn die Flüssigkeit eine Lösung von einem Salze des negativen Metalles ist, so dafs durch die fortwährende Ablagerung dieses Metalls die negative Fläche frei gehalten wird von den heterogenen Substanzen, die einen Gegenstrom erzeugen würden. Wenn, vermöge der chemischen Action, irgend ein heterogener starrer Stoff auf die negative Fläche abgelagert oder ein Gas daran haftend entwickelt wird, so wird die elektromotorische Kraft der Kette geschwächt. Die folgenden Messungen werden diese Schwächung der elektromotorischen Kraft zeigen bei einer Zink-Kupfer- und einer Zink-Platin-Kette, bei denen das Metallsalz durch verdünnte Schwefelsäure ersetzt ist. Die Schwächungen erfolgen hier durch Anhaftung des Wasserstoffs an der Oberfläche des negativen Metalls.

Zinkamalgam, Kupfervitriol, Kupfer	30	Umgänge
Zinkamalgam, verdünnte Schwefels., Kupfer	20	- -
Zinkamalgam, Platinchlorid, Platin	40	- -
Zinkamalgam, verdünnte Schwefels., Platin	27	- -

6) Das Verhältnifs des Zinks in dem flüssigen Amalgam scheint auf die elektromotorische Kraft der Volta'schen Kette, zu der es angewandt wird, keinen Einflufs

zu haben; die Zahl der Umgänge des Rheostats bleibt dieselbe, wenn auch die Zinkmenge sehr bedeutend verändert wird. Dadurch wurde ich auf den Gedanken gebracht, dafs sich die elektromotorischen Kräfte der Radicale der Alkalien und Erden ziemlich genau vergleichend messen lassen würden. Es wurde also eine Kette gebildet aus flüssigem Kaliumamalgam, schwefelsaurem Zink und Zink. Das Kalium betrug weniger als 2 Procent vom Quecksilber. Es fand keine örtliche Wirkung statt, und der Strom war merkwürdig constant und anhaltend.

Folgendes sind die elektromotorischen Kräfte verschiedener Ketten, in denen das positive Metall aus Kaliumamalgam und das negative respective aus Zink, Kupfer und Platin bestand.

Kaliumamalgam, Zinkvitriol, Zink	29	Umgänge
- - Kupfervitriol, Kupfer	59	- -
- - Platinchlorid, Platin	69	- -

Die elektromotorische Kraft der ersten Combination entspricht nahe der von Zink und Kupfer, und bei einem gleichwerthigen Widerstand in der Kette giebt sie einen Strom von nahe gleicher Stärke als letztere. Die dritte Combination besitzt eine grofse elektromotorische Kraft, und zerlegt, wenn ein Voltameter mit kleinen Elektroden in die Kette eingeschaltet ist, das Wasser in Fülle.

Es würde nicht schwierig seyn, die Radicale aller Alkalien und Erden einem ähnlichen Versuche zu unterwerfen, und da das Verhältnifs derselben in den Amalgamen nicht von Belang zu seyn scheint, so könnten sie leicht mittelst einer Volta'schen Batterie bereitet werden. Es wäre interessant zu wissen, welchen Rang das hypothetische Radical des Ammoniaks in der Skale der elektromotorischen Kräfte einnähme.

7) Eine noch höhere elektromotorische Kraft erhält man, wenn man, neben dem Kaliumamalgam, eine mit

Bleihyperoxyd überzogene Platinplatte anwendet [1]). Eine solche Platte ist leicht dargestellt, wenn man sie zur positiven Elektrode einer Zersetzungszelle macht, die mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd gefüllt ist. Der dabei gebildete Ueberzug zeigt, wie Nobili nachgewiesen, je nach seiner Dicke, die Farben der Newton'schen Ringe.

	Umgänge.
Zinkamalgam, verd. Schwefelsäure, Bleihyperoxyd	68
Kaliumamalgam, verd. Schwefelsäure, Bleihyperoxyd	98.

Die folgenden Messungen wurden erhalten als Manganhyperoxyd statt des Bleihyperoxyds genommen war. Das Manganhyperoxyd ward auf eine Platinplatte abgelagert, die in einer mit Manganchloridlösung gefüllten Zersetzungszelle die positive Elektrode bildete.

	Umgänge.
Zinkamalgam, verd. Schwefels., Manganhyperoxyd	54
Kaliumamalgam, verd. Schwefels., Manganhyperoxyd	84.

Ein schwacher Strom entsteht, wenn eine blanke Platinplatte neben einer mit Hyperoxyd überzogenen angewandt wird; die erstere wirkt dabei als Zink. Hier erleidet das positive Metall keine chemische Veränderung, allein an der negativen Seite wird das Hyperoxyd durch das entwickelte Wasserstoffgas reducirt.

8) Die folgenden Messungen zeigen bündig, daſs wenn drei Metalle in ihrer elektromotorischen Ordnung genommen werden, die elektromotorische Kraft einer aus den beiden äuſseren Metallen gebildeten Kette gleich ist der Summe der elektromotorischen Kräfte der beiden Ketten, die sich aus den benachbarten Metallen bilden lassen.

1) Eine rheomotorische Reihe aus zehn solchen Elementen hat eine gleiche elektromotorische Kraft wie eine Daniell'sche Batterie von drei und dreiſsig Elementen, oder eine Wollaston'sche von funfzig Elementen in guter Thätigkeit. Volta'sche Combinationen mit Bleihyperoxyd statt des negativen Metalls sind angewandt worden von Schönbein. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XII p.* 225. — Annal. Bd. XLIII S. 89) und De la Rive (*Archiv. de l'Electr. No.* 7 *p.* 112. — Ann. Bd. LX S. 400.)

1.

	Umgänge.
Kaliumamamalgam, Zinkvitriol, Zinkamalgam	29
Zinkamalgam, Kupfervitriol, Kupfer	30
Kaliumamalgam, Kupfervitriol, Kupfer	59.

2.

Kaliumamalgam, Zinkvitriol, Zinkamalgam	29
Zinkamalgam, Platinchlorid, Platin	40
Kaliumamalgam, Platinchlorid, Platin	69.

9) Die elektromotorische Kraft einer thermo-elektrischen Kette, gebildet aus Wismuth und Kupfer, deren beide Verknüpfungsstellen den festen Temperaturen 32° und 212° F. ausgesetzt waren, wünschte ich zu vergleichen mit der einer Volta'schen Kette. Da die Stromstärke der thermo-elektrischen Kette durch die Einschaltung des Galvanometers bedeutend geschwächt ward, so dafs ich die Nadel nicht auf 45° bringen konnte, so wandte ich statt der früheren Reduction die von 10° zu 5° an. Die Verhältnisse der Maafse der elektromotorischen Kräfte bleiben dieselben, auf welchen zwei Punkten man auch die Nadel halten mag, vorausgesetzt nur, dafs sie während einer und derselben Reihe von Messungen nicht verändert werden.

Thermokette aus Wismuth und Kupfer, deren Berührungsstellen 32° und 212° F. besafsen	8 Umgänge
Normale Volta'sche Kette aus Zink, Kupfervitriol und Kupfer	757 - -
Das Verhältnifs der elektromotorischen Kräfte ist also	=1 : 94,6 [1]).

1) Pouillet hat diefs Verhältnifs durch ein ganz anderes Verfahren gleich 1 : 95 gefunden. Siehe *Elémens de Physique expérimentale*, 3me *edit. T. I p.* 631.

§. 12.

Der *Widerstand* oder die reducirte Länge eines Rheomotors läfst sich nach einer der folgenden Methoden ermitteln.

Erste Methode. — Man bringe das Galvanometer und den Rheostat in die Kette, und ajustire den letzteren so, dafs die Nadel des ersteren auf einen bestimmten Punkt zu stehen kommt. Dann theile man den durch den Galvanometerdraht gehenden Strom, indem man daneben einen gleichen Widerstand anbringt. Die Nadel wird nun zurückweichen. Die reducirte Länge, gemessen durch die Zahl von Umgängen des Rheostats, die aus der Kette gebracht werden mufs, um die Nadel auf ihren früheren Punkt zurückzuführen, ist gleich der Hälfte des gesammten Widerstandes in dem unverzweigten Stück der ursprünglichen Kette. Wenn also die Widerstände des Galvanometerdrahts, der Verbindungsdrähte und der Rheostatwindungen zuvor ermittelt worden sind, so ergiebt sich der des Rheomotors leicht durch Abziehung der ersteren von dem gemessenen Gesammtwiderstand.

Sey E die elektromotorische Kraft, g der Widerstand des Galvanometerdrahts und R der gesammte übrige Widerstand in der Kette, so wird die auf die Nadel wirkende Stromstärke seyn:

$$F = \frac{E}{R+g}.$$

Neben dem Galvanometerdraht einen zweiten Draht von gleichem Widerstand hinzufügen, heifst: für ersteren einen Draht von doppeltem Querschnitt nehmen. Der Widerstand der Kette bekommt also zum Ausdruck:

$$R + \tfrac{1}{2}g.$$

Allein, da vermöge der Theilung des Stroms nur die eine Hälfte des Stroms auf die Nadel wirkt, kann diese Wirkung vorgestellt werden durch:

$$\frac{\tfrac{1}{2}E}{R+\tfrac{1}{2}g}.$$

Um diesen Ausdruck dem ersten gleich zu machen, mufs der Widerstand R halbirt werden, da:

$$\frac{E}{R+g}=\frac{\frac{1}{2}E}{\frac{1}{2}R+\frac{1}{2}g}.$$

Der zu dieser Halbirung aus der Kette fortzuschaffende Widerstand ist offenbar gleich dem halben Widerstand des unverzweigten Stücks der ursprünglichen Kette, denn wenn:

$$\frac{E}{R+g}=\frac{\frac{1}{2}E}{R+\frac{1}{2}g-\lambda} \text{ ist } \lambda=\frac{R}{2}.$$

Zweite Methode. — Man bringe die Galvanometernadel mittelst des Rheostats auf einen bestimmten Punkt, der b heifsen mag; man ermittle den Widerstand r, erforderlich, um die Nadel auf einen unteren Punkt a zu bringen; man stelle sie wieder auf b, füge einen Draht hinzu, damit sich der Strom zwischen ihm und dem Galvanometerdraht theile, und ändere diesen Draht, bis die Nadel wieder auf a steht.

Wenn die Nadel auf b steht, hat man:

$$F=\frac{E}{R+g}.$$

Steht sie dagegen auf a, so hat man:

im ersten Fall . . $F'=\dfrac{E}{R+g+r}$,

im zweiten Fall . . $F'=\dfrac{Er'}{R(g+r')+gr'}$.

Hieraus ist:

$$\frac{E}{R+g+r}=\frac{Er'}{R(g+r')+gr'},$$

also:

$$R=\frac{rr'}{g}.$$

Nachdem solchergestalt R bekannt ist, ergiebt sich daraus der Widerstand des Rheomotors wie zuvor.

Wenn $r'=g$, d. h. der Widerstand des Galvano-

meterdrahts, gleich ist dem des Drahts, welcher einen Theil des Stromes abzweigt, so hat man $R = r$.

Dritte Methode. — Man bringe die Nadel auf irgend einen bestimmten Punkt, und ermittle durch das in §. 18 beschriebene Instrument, welcher Grad der Hälfte der angezeigten Stromstärke entspreche. Da, wenn die elektromotorische Kraft die nämliche bleibt, die Stromstärke sich einfach umgekehrt wie der gesammte Widerstand verhält, so mufs, um die Nadel von a auf $\frac{1}{2}a$ zu bringen, ein Widerstand hinzugefügt werden, der dem in der Kette bereits vorhandenen genau gleich ist. Mithin wird die Anzahl von Rheostat-Umgängen, erforderlich, um die Nadel von a auf $\frac{1}{2}a$ zu bringen, das Maafs des gesammten Widerstands der Kette seyn, wenn die Nadel auf a steht. Ist sonach der gesammte Widerstand gemessen, so ergiebt sich der des Rheomotors, wenn man von jenem die übrigen bekannten Widerstände, mit Einschlufs des des Galvanometers, abzieht.

Allgemeiner: wenn zwei Stromstärken, a und b, entsprechend zwei stationären Lagen der Nadel, bekannt sind (§. 19), so wird der gesammte Widerstand R der Kette:

$$R = \frac{b}{a - b} . r,$$

worin r der zur Reduction des Stroms von a auf b erforderliche Widerstand. Wenn $a = 2b$ so ist $R = r$ wie zuvor.

Vierte Methode. — Für dieses und das folgende Verfahren bedarf man zweier genau gleicher Rheomotore. Ihre Gleichheit ergiebt sich, wenn man sie successiv in dieselbe Kette bringt, und sie dabei, der eine wie der andere, das Galvanometer genau gleich stark ablenken.

Man bringe einen Rheomotor in die Kette und ajustire den Rheostat, bis die Nadel auf irgend einen willkührlichen gewählten Theilpunkt zeigt; dann füge man den zweiten Rheomotor neben dem ersten hinzu, und vergröfsere die reducirte Länge der Kette durch Drehen des

des Rheostats, bis die Nadel wieder auf denselben Theilpunkt zeigt. Die bekannte Gröſse, gemessen durch die Anzahl der Rheostat-Drehungen, mittelst welcher die reducirte Länge der Kette vergröſsert wurde, ist gleich dem halben Widerstande eines einzelnen Rheomotors.

Indem man den zweiten Rheomotor neben den ersten stellt, wird der Widerstand dieses Theils der Kette halbirt; um also den früheren Zustand wieder herzustellen, muſs ein Widerstand hinzugefügt werden, der halb so groſs wie der des Rheomotors ist. Denn:

$$\frac{E}{R+r}=\frac{E}{\frac{1}{2}R+r+\lambda} \text{ woraus } \lambda=\tfrac{1}{2}R,$$

worin R der Widerstand des Rheomotors und r die übrigen Widerstände der ersten Kette sind.

Fünfte Methode. — Man stelle beide Rheomotore hintereinander (*in series*) und ändere den Widerstand ab, bis die Nadel auf einem bestimmten Theilpunkt steht. Hierauf stelle man sie neben einander, und vergröſsere den Widerstand, durch Drehen des Rheostats, bis die Nadel wieder auf denselben Punkt kommt. Der Widerstand eines einzelnen Rheomotors ist das Doppelte von dem hinzuzufügenden Widerstand plus allen Widerständen in der ersten Kette, mit Ausnahme des vom Rheomotor. Denn:

$$\frac{2E}{2R+r}=\frac{E}{\frac{1}{2}R+r+\lambda} \text{ woraus } R=r+2\lambda.$$

R bezeichnet den Widerstand des Rheomotors, r die übrigen Widerstände der ersteren Kette, und λ den durch den Rheostat hinzugefügten Widerstand, um die Stromstärke bei der zweiten Kette der bei der ersten gleich zu machen.

Den Widerstand eines Elements der in §. 5 beschriebenen Batterie habe ich gleich 2128 der angenommenen Einheiten gefunden.

§. 13.

Hat man durch irgend eine der eben beschriebenen Methoden den Widerstand eines Normal-Rheomotors genau bestimmt, so kann der Widerstand irgend eines anderen Rheomotors, dessen elektromotorische Kraft dieselbe ist, durch eine noch behendere Methode erhalten werden. Man bringt, nachdem der Normal-Rheomotor in die Kette gebracht ist, die Galvanometernadel auf irgend einen bestimmten Punkt, entfernt hierauf jenen und schaltet dafür den auf seinen Widerstand zu messenden Rheomotor ein. Die Anzahl der Rheostat-Windungen, die man hinzufügen oder fortnehmen mufs, um die Stromstärke im letzteren Fall der im ersteren gleich zu machen, hinzugefügt oder abgezogen vom Widerstand des Normal-Rheomotors, giebt den des zu messenden Rheomotors. Ist R' gröfser als R, so ist $R'=R+r$; ist R' aber kleiner als R, so hat man $R'=R-r$. Durch diesen einfachen Procefs können die Widerstände Volta'scher Elemente von verschiedener Gestalt, Gröfse u. s. w. leicht mit einander verglichen werden.

§. 14. Instrument zum Messen des Widerstands von Flüssigkeiten.

Wir besitzen bisher noch keine genaue Messungen über die Leitungsfähigkeiten der Flüssigkeiten, nach denen wir die Ordnung derselben feststellen könnten. Bei den bisher zu diesem Behufe gemachten Versuchen sind die elektromotorischen Gegenkräfte, die allgemein beim Durchgange eines elektrischen Stroms durch eine zersetzbare Flüssigkeit entstehen, gänzlich aufser Acht gelassen, und deshalb weichen die erhaltenen Resultate bedeutend von der Wahrheit ab. Durch das einfache Instrument, Fig. 15 Taf. II, bin ich vermögend gewesen, diese Fehlerquelle gänzlich zu entfernen und vollkommen constante Resultate zu erhalten. *A* ist eine Glasröhre, etwa 2 Zoll lang und einen halben Zoll inneren Durchmessers. Die

Röhre ist auf fünf Viertelzoll ihrer Länge zum Theil fortgeschliffen, so dafs ein Segment von 270° übrig bleibt; an einem Ende dieser Oeffnung ist ein Metallstöpsel befestigt, der in einer Platinplatte endigt, und am anderen Ende befindet sich ein beweglicher, ebenfalls in eine Platinplatte auslaufender Stempel, welcher der festen Platte bis auf ein Viertelzoll genähert werden kann. Diese Verschiebung hat sonach einen Spielraum von einem Zoll, und kann mittelst eines mikrometrischen Apparats genau gemessen werden.

Um den Widerstand einer Flüssigkeit zu messen, verfahre ich dann so: Ich schliefse eine kleine constante Batterie, bestehend aus etwa drei Elementen, mit dem Rheostat, den Widerstandsrollen, dem Galvanometer und und der eben beschriebenen Mefsröhre zur Kette. Bei einem Abstande des Stempels von der festen Platte gleich einem Viertelzoll fülle ich den Zwischenraum mit der Flüssigkeit, deren Widerstand gemessen werden soll. Durch Ajustirung des Rheostats bringe ich die Nadel des Galvanometers auf einen bestimmten Punkt, und, nachdem ich diesen aufgezeichnet, ziehe ich den Stempel um den ganzen Zwischenraum von einem Zoll zurück, und fülle das Ganze wieder mit Flüssigkeit. Hiedurch sinkt die Abweichung der Nadel. Ich verringere nun den Widerstand der Kette mittelst des Rheostats und der Widerstandsrollen, bis die Nadel genau auf dem Punkt steht, wo sie stand, als die eingeschaltete Flüssigkeitssäule nur einen Viertelzoll betrug. Die reducirte Länge des sonach aus der Kette gebrachten Drahts ist das Maafs von einem Zoll der Flüssigkeit. Die aus der Zersetzung der Flüssigkeit entspringenden elektromotorischen Gegenkräfte bleiben bei dem ganzen Procefs dieselben, und haben daher keinen Einflufs auf das Resultat.

Die Flüssigkeit mufs sogleich nach ihrer Einbringung in die Kette auf ihren Widerstand gemessen werden, weil sie ihre Natur ändert, wenn man den Strom eine Zeit

lang auf sie einwirken läſst. Besteht sie z. B. aus Schwefelsäure, so wird sie durch die Zersetzung, und folglich Verminderung des Wassers, concentrirter, und besteht sie aus einer Metallösung, so wird nicht nur Wasser zersetzt, sondern Metall ausgeschieden und Säure frei gemacht. Unter den Umständen meines Versuchs ist indeſs die chemische Zersetzung schwach, und die Zeit der Operation so kurz, daſs keine merklichen Veränderungen eintreten können.

Der Widerstand der Flüssigkeiten gegen den Durchgang der Elektricität ist ohne Zweifel eine der wichtigsten ihrer physikalischen Eigenschaften. Eine Untersuchung aller der Umstände, welche eine Abänderung dieser Eigenschaft veranlassen, muſs nothwendig, besonders wenn sie von genauen quantitativen Bestimmungen begleitet wird, zu wichtigen und bisher unbeachteten Beziehungen führen. Schon die aus den verschiedenen Graden der Verdünnung und der Temperatur entspringenden Veränderungen zu untersuchen, wäre eine Aufgabe, die bedeutende Geduld erfordert. Ich habe nach dem obigen Verfahren manche Messungen des Leitvermögens (specifischen Widerstandes) verschiedener Flüssigkeiten unternommen, doch noch nicht in hinreichender Anzahl, um daraus einen allgemeinen Schluſs ziehen zu können; und da ich gegenwärtig mit einer ausgedehnteren Reihe von Versuchen beschäftigt bin, in welcher alle bekannten Umstände streng beachtet werden, so will ich einen Bericht von ihnen bis zu einer künftigen Gelegenheit verschieben.

Da die specifischen Widerstände der Körper so sehr von einander abweichen und die Mittel zur Bestimmung derselben so leicht sind, so steht nicht zu zweifeln, daſs dieser Proceſs späterhin eine ausgedehnte Anwendung finden wird, um Substanzen von einander zu unterscheiden und auf ihre Reinheit zu prüfen.

Eine andere Methode zur Messung des Widerstan-

des einer leitenden Flüssigkeit ist folgende. Man bilde eine Kette, deren elektromotorische Kraft und Widerstand bekannt ist, also auch:

$$F=\frac{E}{R}.$$

Man schalte die zu untersuchende Flüssigkeit ein, enthalten in einer kleinen Zelle mit zwei parallelen Platin-Elektroden. Der Ausdruck für die Stromstärke wird dann:

$$F'=\frac{E-e}{R+x},$$

worin e die elektromotorische Gegenkraft und x der zu messende Widerstand der Flüssigkeit. Nachdem man den Werth von e nach der in §. 10 beschriebenen Methode ermittelt hat, nehme man mittelst des Rheostats und der Rollen so viel Widerstand fort, dafs die Stromstärke wiederum gleich F werde. Der Ausdruck wird dann:

$$\frac{E-e}{R+x-\lambda}=\frac{E}{R}, \text{ woraus } x=\lambda-\frac{e}{E}R.$$

Der Widerstand x der Flüssigkeit ist also gleich λ, dem mittelst des Rheostats aus der Kette genommenen Widerstande, weniger dem gesammten Widerstand der ursprünglichen Kette, multiplicirt mit dem Verhältnifs von e zu E.

§. 15.

Wenn ein Galvanometer zur Messung einer Stromstärke angewandt wird, so ist dessen Draht gewöhnlich mit in die Kette eingeschaltet. Allein in dieser Weise ist es unmöglich ein und dasselbe Galvanometer zur Messung der Stromstärke verschiedenartiger Ketten anzuwenden. Ein Galvanometer mit vielen Windungen eines dünnen Drahts fügt einer Kette, deren elektromotorische Kraft grofs, und deren Widerstand klein ist, einen sehr bedeutenden Widerstand hinzu, während andererseits ein

Galvanometer mit kurzem nnd dickem Draht den Strom einer Kette mit sehr grofsen Widerstand kaum anzeigt, wenn auch dessen elektromotorische Kraft bedeutend ist. Ueberdiefs ist ein empfindliches Galvanometer unfähig starke Ströme anzugeben.

Allein auf folgende einfache Weise kann ein und dasselbe empfindliche Galvanometer zur Messung von Strömen jeder Stärke und jeder Art von Ketten angewandt werden, ohne dafs ein nachtheiliger Widerstand in dieselben eingeschaltet wird.

Wenn man den Strom zugleich zwei Wege gehen läfst, von denen der eine aus dem Galvanometerdraht und der andere aus einem zweiten, mit den Enden des ersteren verbundenen Draht besteht, so theilt er sich zwischen beiden im umgekehrten Verhältnifs von deren Widerständen. Indem man hiebei zur Abzweigung des Stromes verschiedene Drähte anwendet, kann man die Wirkung auf die Galvanometernadel beliebig schwächen. Kennt man die verhältnifsmäfsigen Kräfte für das Galvanometer ohne den Reductionsdraht, so werden sie in eben dem Verhältnifs bleiben, wie auch der Widerstand des letzteren seyn mag. Allein die Messungen mit demselben Instrument, aber verschiedenen Reductionsdrähten, werden nicht vergleichbar seyn, so lange man nicht den geänderten Widerstand des so modificirten Galvanometers in Betracht zieht.

Es lassen sich jedoch streng vergleichbare Messungen erhalten, wenn man die Vorsicht trifft, dem unverzweigten Theil der Strombahn einen Widerstand hinzuzufügen, der die durch den Reductionsdraht verursachte Verringerung des Widerstands compensirt. Es sey g die reducirte Länge des Galvanometerdrahts und ng die des Reductionsdrahts. Die Stärke in dem Hauptstrom wird sich zu der in dem Galvanometerdraht verhalten wie $1 : \frac{n}{n+1}$, mithin hat man der Hauptstrombahn, da-

mit die Stromstärke der ohne Reductionsdraht gleich bleibe, einen Widerstand hinzuzufügen, der gleich ist $\frac{g}{n+1}$.

Wenn kräftige Ströme mittelst eines empfindlichen Galvanometers gemessen werden sollen, so braucht man nur dessen beide Enden mit zwei Punkten des Verbindungsdrahts zu verknüpfen [1]). Der Abstand zwischen diesen Punkten mufs bei allen vergleichenden Versuchen derselbe bleiben; allein die absoluten Ablenkungen der Nadel werden desto gröfser seyn, je weiter beide Punkte auseinanderliegen. Bei der Kette einer mächtigen elektromagnetischen Maschine oder eines Voltatyp-Apparats ist die Verringerung des Widerstands, die auf oben beschriebene Weise durch den Reductionsdraht veranlafst wird, so unbedeutend, dafs es nutzlos seyn würde sie in Rechnung zu ziehen, und die angegebene Compensation auszuführen.

§. 16. Der Differential-Widerstandsmesser.

Die in §. 9 beschriebene Methode zur Messung des Widerstandes von Metalldrähten und anderen Elektricitäts-Leitern mittelst des Rheostats ist unanwendbar, sobald kleine Unterschiede zu beobachten sind. Ein kurzer Draht z. B. kann gegen die übrigen in einer Batterie enthaltenen Widerstände einen so kleinen Wider-

1) Professor Petrina in Linz hat (Poggendorff's Annalen, 1842, Bd. LVII S. 111) eine ähnliche Methode vorgeschlagen, um elektrische Ströme von jeglicher Stärke zu messen und zu vergleichen. Er schaltet in die Kette eine Rinne mit Quecksilber von vier Quadratlinien Querschnitt ein und taucht in dieselbe, in verschiedenen Abständen von einander, die Enden des Drahts eines empfindlichen Galvanometers. Er zeigt, dafs wenn der Widerstand des Galvanometerdrahts sehr bedeutend und der des Quecksilbers verhältnifsmäfsig klein ist, die auf die Galvanometernadel wirkende Kraft sich beinahe direct wie der Abstand zwischen den Enden des Drahts verhält. Auf dieses Princip hat er eine leichte Methode zum Graduiren des Galvanometers gegründet.

stand gewähren, dafs seine Einschaltung oder Ausschliefsung keine merkbare Aenderung in dem Stande der Nadel hervorbringt, und selbst wenn gröfsere Längen der leitenden Substanz angewandt werden, machen Schwankungen in der Stromstärke der Batterie öfters die Beobachtung unsicher.

Wäre das von Herrn Becquerel vorgeschlagene Differential-Galvanometer in der Praxis so vollkommen als es in der Theorie ist, so würde es uns in den Stand setzen, kleine Widerstandsunterschiede mit grofser Leichtigkeit zu messen. Allein es ist unmöglich die beiden Drahtgewinde so anzuordnen, dafs zwei gleich starke Ströme durch sie hinlaufend gleiche Ablenkungen der Nadel nach entgegengesetzten Seiten hervorbringen, was zur Folge hat, dafs der Stand der Nadel auf Null keine Anzeige von der Gleichheit der Ströme ist. Diese und andere Mängel haben verhindert, dafs das Differential-Galvanometer in Gebrauch gekommen ist.

Alle von diesem Instrumente erwarteten Vortheile können, ohne irgend einen der damit verknüpften Mängel, erlangt werden mittelst einer einfachen Vorrichtung, die überdiefs den Vorzug hat, dafs sie unmittelbar an jedes Galvanometer angebracht werden kann, statt dafs früher ein besonderes dazu construirtes Instrument erforderlich war.

Fig. 16 Taf. II stellt diese Vorrichtung dar. Es ist ein Brett, auf welchem vier Kupferdrähte, *Zb*, *Za*, *Ca*, *Cb*, befindlich, deren Enden an messingenen Verbindungsschrauben befestigt sind. Die beiden Verbindungsschrauben *Z* und *C* haben den Zweck, die von den beiden Polen eines Rheomotors kommenden Drähte aufzunehmen, und die mit *a* und *b* bezeichneten Schrauben dienen zum Halten der Enden des Galvanometerdrahts. Vermöge dieser Vorrichtung geht von jedem Pole des Rheomotors ein Draht zu jedem Ende des Galvanometerdrahts, und wenn die vier Drähte an Länge,

Dicke und Substanz gleich sind, ist ein vollkommenes Gleichgewicht hergestellt, so dafs ein auch noch so kräftiger Rheomotor nicht die geringste Ablenkung der Galvanometernadel hervorbringt. Die Schliefsungen *ZbaCZ* und *ZabCZ* sind in diesem Falle genau gleich; allein da beide Ströme in entgegengesetzter Richtung durch das Galvanometer zu gehen trachten, welches ein gemeinschaftlicher Theil beider Schliefsungen ist, so wird kein Effect auf die Nadel hervorgebracht. Es werden jedoch Ströme in *ZbCZ* und *ZaCZ* hervorgebracht, die existiren würden, wenn das Galvanometer gänzlich entfernt wäre. Allein wenn in einen der vier Drähte ein Widerstand eingeschaltet wird, findet sich das Gleichgewicht am Galvanometer gestört. Wird der Widerstand in *Zb* oder *Ca* eingeschaltet, so erlangt der Strom *ZabCZ* das Uebergewicht; wird er in *Za* oder *Cb* eingefügt, so wird der andere Strom *ZbaCZ* der stärkere. Ist der Widerstand des eingeschalteten Drahts unendlich, oder, was dasselbe ist, wird der Draht (z. B. der *Cb*) fortgenommen, so wird die Stärke des durch das Galvanometer gehenden Drahts die eines partiellen Stroms *Zba* seyn, der durch einen der Drähte und den Galvanometerdraht geht; die Bahn des abgeleiteten Stromtheils ist *Za*.

Zufolge dieser Einrichtung ist die Stärke des ursprünglichen Stroms:

$$\frac{E}{R+2r+g}$$

und die des partiellen auf das Galvanometer wirkenden Stroms:

$$\frac{Er}{R(3r+g)+2r^2+rg},$$

worin R der Widerstand des Rheomotors, r der eines einzelnen Drahts und g der des Galvanometers.

Nachdem das Gleichgewicht durch Einschaltung eines Widerstandes in einen der Drähte gestört worden

ist, kann es wieder hergestellt werden dadurch, dafs man in einen der anliegenden Drähte einen gleichen Widerstand einschaltet. Um den Maafswiderstand und den zu messenden Widerstand einzuschalten, sind die Drähte *Zb* und *Cb* unterbrochen, und in *c*, *d* und *e*, *f* Verbindungsschrauben zur Aufnahme von Drahtenden angebracht. Wenn einmal das Gleichgewicht hergestellt ist, wird es durch Schwankungen in der Stromstärke des Galvanometers auf keine Weise gestört.

Fig. 17 Taf. II zeigt eine andere und in mancher Hinsicht bequemere Drahtvorrichtung, die zu gleichem Behufe dient. Zur Bezeichnung sind dieselben Buchstaben angewandt, und es gelten hier dieselben Bemerkungen wie zuvor.

Geringe Unterschiede in der Länge und selbst in der Spannung der Drähte sind hinreichend das Gleichgewicht zu stören. Es ist daher nöthig eine Ajustirung zu haben, mittelst der man, wenn zwei Drähte in *Ca* und *Za* angebracht sind, ein vollkommenes Gleichgewicht herstellen kann. Zu dem ist bei dem Instrument, Fig. 17, ein Metallstück *n*, verbunden mit der Zwingschraube *b*, in das Brett eingelassen, und ein anderes Mittelstück *m* dreht sich um *n*, als Centrum, während sein freies Ende immer auf dem Drahte ruht. So wie dieses bewegliche Metallstück einen gröfseren Winkel mit dem festen macht, wird der Widerstand in dem Wege *Zb* verringert. Ist jedoch das Gleichgewicht dadurch gestört, dafs *Cb* zu grofs ist, so mufs das bewegliche Metallstück nach der anderen Seite des festen gedreht werden.

Für diese Instrumente lassen sich keine bestimmten Dimensionen angeben. Bei den von mir angewandten sind die Bretter 14 Zoll lang und 4 Zoll breit, und der Kupferdraht hat 0,05 Zoll in Dicke. Eine einfache Volta'sche Kette von grofser Oberfläche giebt eine bedeutendere Wirkung als eine Batterie von kleinen Plat-

ten [1]). Statt der Volta'schen Kette oder Batterie läfst sich eine thermo-elektrische Kette oder magneto-elektrische Maschine nehmen, und das Galvanometer kann durch ein Voltameter oder irgend eine Art von Rheometer ersetzt werden. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dafs diese Instrumente nicht geeignet sind zur Messung der Widerstände von Substanzen, die durch die Einwirkung des elektrischen Stroms eine chemische Aenderung erleiden, da hiebei elektromotorische Gegenkräfte entstehen.

§. 17.

Noch eine andere Differential-Vorrichtung ist erwähnenswerth, da sie in einigen Fällen nützlich seyn kann. Sie ist empfindlicher als die vorherige; allein da das angezeigte Gleichgewicht zwischen den Strömen zweier Rheomotoren stattfindet, während es bei den vorhin beschriebenen Instrumenten zwischen den Zweigen eines und desselben Stroms hervorgebracht wird, so wird es durch jedwede Schwankung, sey es in der elektromotorischen Kraft oder in dem Widerstande, der beiden Rheomotore gestört. Es kann daher nur mit Sicherheit angewandt werden, wenn diese vollkommen constant sind, oder wenn man bezweckt, nicht Widerstände zu messen, sondern die Aenderungen in beiden Rheomotoren vergleichend zu beobachten.

Fig. 18 Taf. II stellt ein rundes Brett mit zehn Klemmschrauben vor. Die von dem einen Rheomotor kommenden Drähte sind an C_1 und Z_1 befestigt, die von dem andern an C_2 und Z_2, und die Enden des Galvanome-

1) Gebraucht man eine einfache Daniell'sche Kette, 6 Zoll hoch und $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und schaltet zwei Kupferdrähte von 2 Fuſs Länge und $\frac{1}{16}$ Zoll Durchmesser in das Instrument ein, so bewirkt eine Verlängerung des einen um einen Zehntelzoll eine Ablenkung der Galvanometernadel von 2°. Dieſs wird hinreichen die Genauigkeit zu beurtheilen, mit welcher mittelst dieses Instruments Widerstände gemessen werden können.

terdrahts an a und b. Die beiden Ströme $C_1 ab Z_1$ und $Z_2 ab C_2$ streben den Galvanometerdraht in entgegengesetzten Richtungen zu durchlaufen. Hat man zwischen ef und $e'f'$ zwei gleiche Drähte eingeschaltet, und sind die beiden entgegenlaufenden Ströme gleich, so stellt sich in dem Galvanometerdraht ein vollkommenes Gleichgewicht ein und die Nadel bleibt auf Null. Verändert sich aber die Stromstärke in einem der Rheomotore oder wird, bei gleichbleibender Stromstärke beider Rheomotore, der Widerstand in einem der zwischen ef und $e'f'$ eingeschalteten Drähte auch nur im Geringsten gestört, so tritt in dem Gleichgewicht des Galvanometers eine Störung ein und die Nadel wird abgelenkt.

§. 18.

Unsere quantitativen Untersuchungen würden bedeutend erleichtert seyn, hätten wir ein sicheres und leichtes Mittel, zu erfahren, welcher Grad der galvanometrischen Skale die Hälfte der einem anderen Grade entsprechenden Intensität anzeigt. Die von der Ohm'schen Theorie aufgestellten und durch die Erfahrung vollkommen bewährten Eigenschaften der Stromverzweigung setzt mich in den Stand, eine einfache Methode vorzuschlagen, durch welche dieser Zweck vollständig erreicht werden kann.

Wenn zur Abzweigung des Stroms aus dem Galvanometer ein dessen Draht an Länge, Dicke und Leitungsfähigkeit gleicher Draht angewandt wird, so ist klar, dafs die eine Hälfte des Stroms durch den Galvanometerdraht und die andere durch den ableitenden geht. Obwohl es die Betrachtung vereinfacht, anzunehmen, dafs der Nebendraht die gleiche Länge, Dicke und Leitungsfähigkeit habe, so sieht man doch leicht ein, dafs sich dasselbe Resultat ergiebt, wenn die beiden Drähte denselben Widerstand darbieten, welchen sie gewähren, sobald $s'c'l = scl'$. Wenn der hinzugefügte Draht keine Aenderung in der Stärke des Hauptstroms hervorbringt, so würde

eine Hälfte der ersteren Stärke auf das Galvanometer wirken. Diefs ist aber nicht der Fall; die Hinzufügung des Drahts bewirkt dasselbe wie eine Verdopplung des Querschnitts am Galvanometerdraht, und deshalb ist der gesammte Widerstand der Kette verringert.

Ist die Stärke des ursprünglichen Stroms, sobald er ganz durch das Galvanometer geht, gleich:

$$\frac{E}{R+r},$$

worin r den Widerstand des Galvanometerdrahts und R den gesammten übrigen Widerstand der Kette bezeichnet, so wird

$$\frac{E}{R+\frac{1}{2}r}$$

die Stärke des Hauptstroms nach Hinzufügung des Nebendrahts seyn. Wenn man nun einen Widerstand $=\frac{1}{2}r$, d. h. einen Draht von gleichem Widerstand wie der des Galvanometerdrahts, zu dem Habpttheil des Stroms hinzufügt, so wird die Stromstärke wieder:

$$\frac{E}{R+\frac{1}{2}r+\frac{1}{2}r}$$

und die auf die Galvanometernadel wirkende Kraft genau die Hälfte von dem was sie zuvor war.

Die Construction und der Gebrauch des Instruments (Fig. 19 Taf. II) wird nun leicht verständlich seyn. A ist ein quadratisches Stück Holz, mit zwei darin eingelassenen, isolirten Messingstücken D, M, auf welchen die Klemmschrauben C, Z und a befestigt sind. B ist eine Holzscheibe, drehbar um ihren Mittelpunkt; auf ihr sind befestigt: das isolirte Messingstück F mit der Klemmschraube b darauf, und die drei Federn G, H, I, deren freie Enden auf das Brett drücken. Eine Drahtrolle K, der aequivalente Widerstand des Galvanometerdrahts, gemessen nach dem in §. 16 beschriebenen Verfahren, ist an beiden Enden verbunden mit der Messingplatte F und der Feder G; und eine andere Rolle L, deren Wi-

derstand die Hälfte von dem der ersteren ist, findet sich auf ähnliche Weise eingeschaltet zwischen der Messingplatte und der Feder *H*. Ein kurzer Draht verbindet unmittelbar die Platte *F* mit der Feder *I*. *E* ist eine Nuſs oder ein Knopf, mit welchem die bewegliche Scheibe um einen kleinen Bogen gedreht wird.

Die von den Polen des Rheomotors kommenden Drähte sind mit den Klemmschrauben *C*, *Z* verbunden, und die Enden des Galvanometerdrahts mit den Schrauben *a* und *b*. In der abgebildeten Stellung des Instruments ruhen die Federn *G* und *H* respective auf den isolirten Messingstücken *D* und *M*; der Strom geht also ungetheilt durch die Widerstandsrolle *L*, und verzweigt sich darauf zu gleichen Theilen zwischen dem Galvanometergewinde und der Widerstandsrolle *K*. Wird aber die Scheibe in Richtung des Pfeils gedreht, so verlassen die Federn *G*, *H* die Messingplatte und ruhen auf Holz, während die Feder *I* mit der Platte *M* in Berührung kommt. Beide Widerstandsrollen sind nun ausgeschlossen von der Kette und der Strom geht gänzlich durch den Galvanometerdraht.

Es ist unnöthig zu bemerken, daſs dieſs Instrument nur in Verbindung mit einem Galvanometer gebraucht werden kann, zu welchem die Widerstandsrollen *K* und *L* ajustirt worden sind.

In einigen Fällen ist es erforderlich, nach Anstellung eines Versuchs mit einem Strom von gewisser Stärke, denselben zu wiederholen mit Strömen von anderen Stärken, deren Verhältnisse zu der ersten genau bestimmt worden seyn müssen. Das eben beschriebene Instrument liefert dazu leicht die Mittel. Es kann dadurch ermittelt werden, ob bei Aenderungen der Stromstärke irgend einer speciellen Combination die elektromotorische Kraft constant bleibt oder nicht.

§. 19. Verfahren die Beziehungen zwischen den Ablenkungen der Galvanometernadel und den entsprechenden Stromstärken zu bestimmen.

Wenn die elektromotorische Kraft einer Kette constant bleibt, ist die Stromstärke einfach (umgekehrt) proportional dem Widerstande oder der reducirten Länge der Kette. Hat man demnach, bei einer Ablenkung der Nadel von 1°, den gesammten Widerstand der Kette bestimmt, und verringert man darauf mittelst des Rheostats und der Widerstandsrollen den Widerstand successiv auf $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ u. s. w., so sind die entsprechenden Stromstärken 2, 3, 4, 5 u. s. w. Umgekehrt, hat man ermittelt, welche reducirten Längen a, b, c, d u. s. w. aus der Kette entfernt werden müssen, damit die Ablenkung von irgend einem Grad um einen Grad steige, so sind die diesen Graden entsprechenden Kräfte:

$$\frac{1}{R}, \frac{1}{R-a}, \frac{1}{R-(a+b)}, \frac{1}{R-(a+b+c)}, \text{ etc.}$$

Durch die obigen Verfahrungsweisen lassen sich die Beziehungen zwischen den Stromstärken und Ablenkungen der Nadel bei weitem leichter bestimmen als durch die sinnreichen Methoden von Nobili, Becquerel und Melloni. Erwägt man, welchen Veränderungen die Nadel eines empfindlichen Galvanometers, besonders eine astatische, ausgesetzt ist, sowohl durch den Einfluſs starker Ströme und durch die Nähe von Magneten, als auch, obwohl in geringerem Grade, durch die Abänderungen in der Temperatur und der Intensität des Erdmagnetismus, so wird man den Werth eines leichten Mittels zur Regraduirung des Instruments und zur Entdeckung seiner Veränderungen nicht zu gering anschlagen.

VI. *Zusatz zu der dritten Abtheilung des Aufsatzes „über die Gesetze der Elektromagnete"; von M. H. Jacobi.*

Aus dem Art. 39 des vorstehenden Aufsatzes [1]) lassen sich die Regeln ableiten, nach welchen man einen, von einer elektromagnetischen Spirale der ganzen Länge nach bedeckten Eisenkern, mit einer Inductionsspirale zu bewickeln habe, um durch letztere das Maximum der Wirkung zu erhalten, oder den möglichst stärksten Inductionsstrom hervorzubringen. Man übersieht nämlich sogleich, dafs es hiebei nicht *allein* genügt, die bekannte Bedingung des Maximums zu erfüllen und den Draht so zu wählen, dafs sein Leitungswiderstand oder der Leitungswiderstand des magnetoelektrisch erregten Theils der Kette, die Hälfte des gesammten Leitungswiderstandes ausmache, sondern dafs es auch darauf ankommt, die gegebene Drahtquantität auf eine zweckmäfsige Weise längs des ganzen Cylinders zu vertheilen.

Am a. O. wurde die Formel für die magnetische Vertheilungsformel

$$z' = a' - b'y^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

gefunden, wo, wie man sich erinnert, a' und b' die aus den Beobachtungen berechneten Constanten, y die Entfernung von der Mitte der Stange und z' die Quantität des bei y zerlegten magnetischen Fluidums, oder mit andern Worten, die hier stattfindende elektromotorische Kraft bedeuten.

Wir wissen ferner, dafs diese inducirte elektromotorische Kraft unabhängig angenommen werden kann, von der Weite der Windungen, und dafs dieselbe daher für je-

1) Siehe Annalen, Bd. LXI S. 455.

jeden um die horizontale Entfernung y von der Mitte abstehenden Ring sehr nahezu dieselbe bleibt. Da indessen ein gröfserer Ring zugleich eine gröfsere Länge des, durch anderweitige Bedingungen einmal gegebenen, Drahtes in Anspruch nimmt, so kann man den relativen Inductionswerth der einzelnen Windungen durch

$$\frac{z'}{x} = \frac{a' - b'y^2}{x}$$

ausdrücken, wo x der Halbmesser des Ringes ist. Wenn nun die Eisenstange auf die Länge $2l$ mit einer Inductionsspirale umgeben werden soll, so ist es am zweckmäfsigsten, dieselbe so einzurichten, dafs die zu oberst liegenden Windungen alle einen gleichen Inductionswerth besitzen. Aus dieser Bedingung der aequivalenten Windungen geht nun die Form der Spirale hervor, welche, wenn wenn wir den Halbmesser des letzten um die Entfernung l von der Mitte abstehenden Windungsringes $= c$ und den Halbmesser des Eisencylinders mit der elektro-magnetischen Spirale $= r$ setzen, durch die Gleichung:

$$\frac{a' - b'y^2}{x} = \frac{a' - b'l^2}{c}$$

oder:

$$x = \frac{(a' - b'y^2)c}{a' - b'l^2} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(II)}$$

ausgedrückt wird, wofür wir der Einfachheit wegen

$$x = \alpha c - \beta c y^2 \quad \ldots\ldots\ldots \text{(III)}$$

setzen wollen. Hiernach liegen also alle obersten Ringe in einer bestimmten Parabel, und müssen den dieser Curve entsprechenden Halbmesser erhalten.

Drehen wir die durch diese Parabel begränzte Figur um die Axe der y, welche zugleich die Axe des Eisenkerns ist, so erhalten wir nach Abzug des Raumes, welchen letzterer einnimmt, einen paraboloidischen Körper mit cylindrischer Aushöhlung, dessen Kubikinhalt K der ganzen angewendeten Drahtmasse entspricht, und der gegeben ist durch die Gleichung:

$$K = \left[(8\alpha^2 + 4\alpha + 3)\frac{c^2}{15} - r^2\right] 2 l \pi \ldots (IV)$$

wofür wir

$$K = (Ac^2 - r^2) 2 l \pi \ldots\ldots\ldots (V)$$

setzen wollen.

Hieraus kann man also, im Fall die Drahtmasse einmal gegeben ist, c berechnen, und danach eine Schablone anfertigen, um die äufsere Contour der Umwicklung danach einzurichten.

Die Stärke des Stromes läfst sich nun folgendermafsen finden. Ist nämlich, wie es gewöhnlich der Fall ist, der gesammte Leitungswiderstand der Inductionskette $= 2R$ gegeben, und ist der Durchmesser des Drahtes $= d$, so haben wir für das Maximum:

$$R = \frac{K}{d^4},$$

als den Leitungswiderstand des Drahtes, und daher:

$$d = \sqrt[4]{\frac{K}{R}} \ldots\ldots\ldots (VI)$$

Die elektromotorishhe Kraft E der ganzen Drahtspirale ist, wie man leicht übersieht, gleich dem Flächeninhalte der obigen Parabel (III) nach Abzug des Eisenkerns, und dividirt durch den Querschnitt des Drahtes oder:

$$E = \Big((2\alpha + 1)c - 3r\Big)\frac{2l}{3d^2} \ldots (VII)$$

die Stärke des Stromes S demnach:

$$S = \frac{E}{2R} = \frac{[(\alpha+1)c - 3r]l}{3\sqrt{R.K}} = \frac{((2\alpha+1)c - 3r)l}{3\sqrt{R}\sqrt{(Ac^2 - r^2)2l\pi}} \quad (VIII)$$

Diese Gleichung hat in Bezug auf das Verhältnifs von c und r kein Maximum, im Gegentheil ersieht man daraus, dafs die Stärke des Inductionsstroms mit der Dicke der Umwicklung zunimmt, und wenn die letztere so bedeutend geworden ist, dafs die Dicke des Eisenkerns dagegen verschwindet, einen Gränzwerth erreicht, der durch die Gleichung.

$$S' = \frac{2al}{3\sqrt{R}\sqrt{2Al\pi}} \;\ldots\ldots\ldots (IX)$$

ausdrückt. Setzt man aber andererseits $c=r$, so erhält man den geringsteu Werth für den Inductionsstrom:

$$S'' = \frac{2(\alpha-1)l}{3\sqrt{R}\sqrt{(A-1)2l\pi}} \;\ldots\ldots (X)$$

und für das Verhältniſs:

$$\frac{S'}{S''} = \frac{\sqrt{1-\frac{1}{A}}}{1-\frac{1}{\alpha}} \;\ldots\ldots\ldots (XI)$$

woraus man leicht ersehen kann, um wie viel man durch Vermehrung der Umwicklung, die Stärke des Stromes überhaupt zu steigern im Stande ist.

Berechnet man nach Art. 40 a. a. O., wo die Gleichungen der magnetischen Vertheilungscurven für die sieben von uns versuchten Eisencylinder zusammengestellt sind, die Werthe von α, unter der Voraussetzung, daſs die Inductionsspirale ebenfalls die ganze Länge der Cylinder einnimmt, so erhält man:

für	$l=1'$	$\frac{a'}{a'-b'l^2}$	$=\alpha=3,1$
-	$1\frac{1}{2}'$	-	$\alpha=4$
-	2	-	$\alpha=4,76$
-	$2\frac{1}{2}$	-	$\alpha=4,72$
-	3	-	$\alpha=4,91$
-	$3\frac{1}{2}$	-	$\alpha=4,76$
-	4	-	$\alpha=4,85.$

Diese Werthe von α sind merkwürdigerweise für alle Cylinder, mit Ausnahme der beiden ersten, so nahe gleich, daſs man ohne Bedenken dafür den mittleren constanten Werth $\alpha=4,44$ annehmen kann. Hieraus berechnet sich (siehe XI) $\frac{S'}{S''}=1,238$, woraus man folgern kann:

dafs man durch Anwendung einer unendlich grofsen Drahtmasse einen Inductionsstrom erhalten würde, der nur um etwa 24 Proc. stärker wäre, als der Strom einer parabolischen Drahtspirale, deren Endringe den elektromagnetischen Kern dicht umschliefsen.

Es ergiebt sich ferner aus (III), dafs der Halbmesser des mittelsten Ringes für alle Eisencylinder gleich und zwar $=4{,}44r$ ist, so dafs also bei allen solchen parabolisch geformten Inductionsspiralen der Durchmesser des mittelsten Ringes zum Durchmesser des Kernes ein absolutes Verhältnifs hat. Endlich ersieht man aus (V) und (VIII):

1) *Die zu den Spiralen erforderlichen Drahtmassen verhalten sich wie die Längen der Cylinder.*

2) *Die Maxima der Inductionsströme bei Anwendung parabolischer Drahtspiralen verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus der Länge der cylindrischen Eisenkerne.*

(Aus dem *Bullet. de la classe phys. math. de l'acad. de St. Petersb.*)

VII. *Ueber das Sehen mit zwei Augen; von A. P. Prevost.*

[Ein vom Hrn. Verfasser aus der *Biblioth. universelle* (1843, *Novembre*) mitgetheilter Auszug seiner Dissertation: *Essai sur la théorie de la vision binoculaire*, die mir früher gleichfalls von demselben übersandt worden ist. *P.*] [1]).

Die Anzahl der Gegenstände, die man einfach sieht, wenn man die Blicke auf einen Punkt des Raumes hef-

1) Wiewohl diese Arbeit zu demselben Resultat gelangt, wie die, welche von Hrn. Dr. Brücke in Müller's *Archiv für Anatomie etc.* veröffentlicht ist, so glaubte ich doch sie hier aufnehmen zu müssen, da letztere nur einem sehr kleinen Theil des physikalischen Publicums bekannt geworden seyn dürfte. *P.*

tet, ist wirklich viel geringer, als es anfangs scheint. Fragt man den ersten Besten, ob ihm unter den Gegenständen die er sieht einige doppelt erscheinen, so wird er ohne Anstand antworten: Nein. Wenn derselbe aber gute Augen hat, so ist es leicht, ihm zu beweisen, dafs man im Raume gewisse Gegenstände doppelt sieht.

Läfst man ihn irgend zwei etwas längliche Gegenstände, zwei Bleistifte z. B., senkrecht und in einigem Abstande von einander halten, und er betrachtet fest den einen, so wird der andere ihm doppelt erscheinen; und schliefst er folgweise das eine und das andere Auge, so wird er sich überzeugen können, dafs eins der doppelten Bilder dem rechten und das andere dem linken Auge angehört.

Dieser Versuch beweist, dafs ein Gegenstand einfach erscheint, sobald die Lichtstrahlen, die er zu den Augen sendet, auf gewisse Theile beider Netzhäute einwirken, während ein anderer vollkommen ähnlicher Gegenstand doppelt erscheint, wenn die von ihm ausgehenden Strahlen andere Theile der Netzhäute beider Augen ergreifen.

Denken wir uns die eine Netzhaut auf die andere gelegt, so, dafs die Mitten beider sich überdecken, und dafs die auf jeder Netzhaut, in der Ebene der optischen Axen, in gleichem Abstande und auf derselben Seite der Mitte, liegenden Punkte paarweise zusammenfallen. In dieser Hypothese werden zwei, der eine auf der rechten, der andere auf der linken Netzhaut, ähnlich gelegene Punkte einander überdecken. Gerade diese auf den beiden Netzhäuten ähnlich gelegenen Punkten sind es, welche die Eigenschaft haben, der Seele eine einzige Empfindung zuzuführen. Sie haben den Namen: *entsprechende Punkte* erhalten.

Die Theorie der entsprechenden Punkte auf beiden Netzhäuten läfst sich durch mehre Versuche rechtferti-

gen; allein wir begnügen uns hier zu sagen, dafs sie gegenwärtig von den mit dem Binocular-Sehen beschäftigt gewesenen Physikern und Physiologen ziemlich allgemein angenommen ist, und wir werden sie als richtig ansehen. Diese Theorie wird uns als Ausgangspunkt dienen bei der vorliegenden Untersuchung über die Punkte des Raums, welche einfach gesehen werden müssen. Diese Punkte werden für uns diejenigen seyn, welche Lichtstrahlen nach entsprechenden Punkten beider Netzhäute absenden.

Um den geometrischen Ort der Punkte des Raums zu bestimmen, welche Lichtstrahlen nach zwei entsprechenden Punkten beider Netzhäute senden, werden wir die ersten Grundsätze der beschreibenden Geometrie zu Hülfe nehmen. Allein zuvörderst sind einige Gesetze des Sehens in Erinnerung zu bringen, von denen wir Gebrauch machen werden.

Man kann die Oberfläche der Netzhaut als ein Kugelstück betrachten. Man nimmt auch an, dafs es im Auge einen Punkt gebe, *optisches Centrum* genannt, derart, dafs ein Lichtstrahl, der das Auge durch diesen Punkt durchläuft, nicht abgelenkt wird. Da nun alle Punkte, welche von einem selben Punkt in's Auge gelangen, zu einem einzigen Punkt der Netzhaut convergiren, sobald deutliches Sehen stattfindet, so ist klar, dafs der leuchtende Punkt, das optische Centrum und das Bild nahezu auf einer selben Geraden liegen. Fügen wir hinzu, dafs das optische Centrum des Auges fast mit dem Mittelpunkt der Gestalt dieses Organs zusammenfällt.

Kürze halber werden wir eine Gerade, gezogen durch den Mittelpunkt des Auges und einen Punkt der Netzhaut, den *Gesichtsstrahl* dieses Punktes nennen.

Fig. 7 Taf. I [1]) stellt die verticale und horizontale Projection beider Augen dar. Wir haben angenommen, die Augen liegen so, dafs die Ebene der optischen Axen

1) Schon dem Heft V beigegeben. *P.*

parallel sey der horizontalen Projectionsebene, und dafs die die Mittelpunkte beider Augen verbindende Linie winkelrecht liege auf der senkrechten Ebene. Daraus folgt, dafs beide Augen dieselbe verticale Projection haben, und dafs alle in der Ebene der optischen Axen liegende Punkte sich auf eine und dieselbe, der Bodenlinie parallele, Gerade projiciren. XX' stellt die Bodenlinie vor, Y' und Y'' die Horizontalprojectionen beider Augen, Y ihre Verticalprojection.

Wenn die Punkte aa' und $\alpha\alpha'$ die Mitten der Netzhäute sind, so werden die Geraden $a'A'$ und $\alpha'A'$ die Horizontalprojectionen der optischen Axen seyn. Die Verticalprojectionen dieser Axen fallen zusammen mit der, der Bodenlinie parallelen Geraden $\alpha a A$.

Da ein leuchtender Punkt die Netzhaut in der Verlängerung der Geraden afficirt, welche diesen Punkt mit der Mitte des Auges verknüpft, so ist klar, dafs ein und derselbe Punkt nicht entsprechende Punkte auf beiden Netzhäuten afficiren kann, wenn die Gesichtsstrahlen dieser Punkte sich nicht schneiden. Untersuchen wir zunächst, ob die Gesichtsstrahlen von zwei entsprechenden Punkten sich immer schneiden; hernach wird es leicht seyn, den geometrischen Ort zu bestimmen, wo diese Gesichtsstrahlen sich schneiden. Dieser Ort wird derselbe seyn wie der von Punkten des Raums, welche entsprechende Punkte afficiren. Das ist also derjenige, den wir suchen.

Die descriptive Geometrie lehrt, dafs, damit zwei Geraden sich schneiden im Raume, man eine auf der Bodenlinie Senkrechte müsse errichten können, die zugleich durch einen gemeinschaftlichen Punkt der Horizontalprojectionen dieser beiden Geraden und durch einen ihren Verticalprojectionen gemeinsamen Punkt gehe.

Die Horizontalprojectionen zweier Gesichtsstrahlen, welche von zwei entsprechenden Punkten beider Netzhäute ausgehen, treffen sich immer irgendwo. Was die Verticalprojectionen der Gesichtsstrahlen betrifft, so müs-

sen sie alle durch o, den Mittelpunkt des Kreises gehen; allein wir haben uns nicht zu beschäftigen mit den Gesichtsstrahlen, deren Verticalprojectionen sich im Punkte o schneiden; denn diese Strahlen können sich nur auf einer die Mittelpunkte der Augen verknüpfenden Geraden schneiden, und es giebt auf dieser Geraden keinen Punkt, der mit beiden Augen zugleich gesehen werden könnte.

Da die Verticalprojectionen der Gesichtsstrahlen zweier entsprechenden Punkte immer einen gemeinsamen Punkt in o, dem Mittelpunkt des Kreises, haben müssen, so ist es unmöglich, dafs diese Projectionen sich an irgend einem andern Ort schneiden. Allein sie können anderswo als in o gemeinsame Punkte haben, sobald die Gesichtsstrahlen sich in der Verticalebene auf dieselbe Gerade projiciren; diefs kann statthaben: 1) wenn die Verticalprojectionen zweier entsprechenden Punkte auf einem selben Radius des Kreises liegen, dessen Mittelpunkt o ist, und 2) wenn zwei entsprechende Punkte dieselbe Verticalprojection haben.

Erster Fall. Haben zwei entsprechende Punkte gleiche Höhe über der Horizontalebene, so müssen ihre Verticalprojectionen auf einer der Bodenlinie parallelen Sehne des Kreises liegen. Diese Projectionen können also nur dann auf demselben Radius des Kreises befindlich seyn, wenn die der Bodenlinie parallele Sehne, auf welcher sie liegen, mit der Geraden ao zusammenfällt. Nun sind aber alle Punkte, deren Verticalprojection sich auf der Geraden ao befindet, in der Ebene der optischen Axen.

Es seyen die entsprechenden Punkte bb' und $\beta\beta'$ auf beiden Netzhäuten in der Ebene der optischen Axen genommen. Weil diefs entsprechende Punkte sind, haben wir $a'b' = \alpha'\beta'$. Ziehen wir die Horizontalprojectionen der Gesichtsstrahlen dieser Punkte; diese Gesichtsstrahlen treffen sich in BB', und, weil sie in einer

Horizontalebene liegen, stellen die Geraden $b'B'$ und $\beta'B'$ ihre wahre Gröfse dar. Vergleicht man die Dreiecke $A'n\varpi'$ und $B'no'$, so sieht man, dafs sie ähnlich sind. Denn die Winkel $A'n\varpi'$ und $B'no'$ sind, als am Scheitel gegenüberliegend, einander gleich, und die Winkel $A'\varpi'n$ und $B'o'n$ sind es ebenfalls wegen Gleichheit der Bögen $a'b'$ und $\alpha'\beta'$. Daraus folgt, dafs die Winkel $\varpi'A'o'$ und $\varpi'B'o'$ gleich sind.

Eben so beweist sich, dafs der Winkel zwischen den Gesichtsstrahlen irgend zweier anderen entsprechenden Punkte, die in der Ebene der Axe genommen sind, stets gleich ist dem Winkel $\varpi'A'o'$. Wir wollen indefs keinen dieser Punkte betrachten, um nicht die Figuren verwickelt zu machen.

Die Winkel $\varpi'A'o'$, $\varpi'B'o'$ etc. stützen sich auf eine gemeinschaftliche Sehne $o'\varpi'$; man kann also durch die Scheitel aller dieser Winkel und durch die Enden der Sehne einen selben Kreis ziehen. Dieser Kreis ist der geometrische Ort der Punkte des Zusammentreffens der Gesichtsstrahlen, welche von entsprechenden, in der Ebene der optischen Axen liegenden Punkten ausgehen.

Zweiter Fall. Zwei entsprechende Punkte, welche dieselbe Verticalprojection haben, liegen nothwendig in einer und derselben Geraden winkelrecht auf der Verticalebene; die Horizontalprojectionen dieser Punkte werden also in einer selben, auf der Bodenlinie winkelrechten Geraden befindlich seyn müssen. Nimmt man nun an, der Punkt B' liege im Punkt des Zusammentreffens der Peripherie $o'\varpi'A'$ mit der mitten auf $o'\varpi'$ errichteten Lothrechten, so sieht man, dafs man eine Gerade senkrecht auf der Bodenlinie nur durch diejenigen Horizontalprojectionen eines Paars von entsprechenden Punkten ziehen kann, die sich auf den Geraden $b'o'$ und $\beta'\varpi'$ befinden. Daraus folgt: zwei entsprechende Punkte, durch welche man eine Gerade winkelrecht gegen die Vertical-Projectionsebene ziehen kann, befinden sich immer, jeder

in dem Auge, zu welchem er gehört, auf der Verticalebene gelegt durch den Gesichtsstrahl zum Punkte des Zusammentreffens des durch den Sehpunkt und die Mittelpunkte beider Augen gezogenen Kreises mit der Lothrechten errichtet in der Mitte der Geraden, welche die Mittelpunkte beider Augen verbindet.

In welchem Orte treffen sich aber die Gesichtsstrahlen, welche ausgehen von zwei entsprechenden Punkten in den Verticalebenen, deren Horizontalschnitte $b'B'$ und $\beta'B'$ sind? Dieser Ort ist eine durch den Punkt BB' gehende senkrechte Gerade.

In der That seyen z. B. dd' und $d\delta'$ die entsprechenden Punkte. Zieht man die Verticalprojectionen der Gesichtsstrahlen dieser Punkte, so findet man, dafs diese Strahlen sich im Punkte $B_{t}B'$ treffen. Dieser Punkt liegt aber auf der durch BB' gehenden Verticalen.

Dasselbe gilt von den Gesichtsstrahlen aller Paare von entsprechenden Punkten, die wir hier studiren. Diese Strahlen werden sich immer in einem Punkt der Verticalen BB' schneiden; denn ihre Horizontalprojection fällt nothwendig auf die Geraden $o'B'$ und $\omega'B'$, die man als die Horizontalschnitte der uns beschäftigenden Verticalebenen betrachten kann.

Diese Erörterung der Fälle, in welchen die Gesichtsstrahlen zweier entsprechenden Punkte sich treffen, beweist, dafs der Ort der Punkte des Raums, welche entsprechende Punkte beider Netzhäute afficiren können, besteht: *aus einem durch den Sehpunkt und die Mittelpunkte der Augen gehenden Kreise und einer Lothrechten auf der Ebene der Axen, gelegt durch den Punkt des Zusammentreffens dieses Kreises mit dem Perpendikel, errichtet mitten auf der Geraden, welche die Mittelpunkte der Augen verbindet.*

Nimmt man an, dafs die optischen Axen sich kreuzen auf dem Perpendikel, errichtet in der Mitte der Geraden, welche die Mittelpunkte der Augen verknüpft, so

läfst sich die Angabe des Orts der Punkte des einfachen Sehens kürzer ausdrücken. Alsdann besteht dieser Ort *aus einem durch den Sehpunkt und die Mittelpunkte beider Augen gehenden Kreise und einem Perpendikel, errichtet im Sehpunkt auf der Ebene der optischen Axen* [1]). Diefs ist ein sehr gewöhnlicher Fall; man richtet nämlich insgemein den Kopf so, dafs man den Gegenstand, den man sehen will, möglichst gerade vor sich habe.

Sind die optischen Axen parallel, so müssen alle Punkte des Raumes verdoppelt erscheinen [2]). Denn wenn die optischen Axen parallel sind, sind es auch die Gesichtsstrahlen zweier entsprechenden Punkte der Netzhaut. Nun haben wir aber gesehen, dafs zwei entsprechende Punkte nicht die Bilder eines selben Punktes aufnehmen können (was nothwendig ist, um diesen Punkt einfach zu sehen), wenn nicht ihre Gesichtsstrahlen sich treffen.

Alle unsere Schlüsse über den Ort der einfach gesehenen Punkte sind gegründet auf die Hypothese, dafs die Augen keine drehende Bewegung um ihre optische Axe ausführen, oder wenigstens, dafs dergleichen Bewegungen immer vollkommen ähnlich in beiden Augen seyen. Machte eins der Augen eine drehende Bewegung um seine Axe, während das andere unbewegt bliebe, so würden die Bedingungen des Sehens gänzlich verändert seyn, und

1) In meinem *Essai sur la théorie de la vision binoculaire* habe ich nur diesen speciellen Fall betrachtet, immer voraussetzend, dafs die Geraden $b'B'$ und $\beta'B'$ die Horizontalprojectionen der optischen Axen vorstellen. Es ist leicht zu sehen, dafs, in welchem Punkt des Kreises $o'\omega'B'$ man auch die Axen sich schneidend annehmen mag, die senkrechte Gerade, welche durch $B'B'$ geht, immer diejenige ist, auf welcher sich die aufserhalb der Ebene der Axen einfach gesehenen Punkte befinden.

2) Wenigstens wenn diese Punkte nicht so entfernt sind, dafs die Lichtstrahlen, welche sie auf die beiden Netzhäute absenden, nahezu parallel in diesen Organen anlangen.

der Ort der einfach gesehenen Punkte wäre nicht mehr derselbe. Er reducirte sich alsdann auf einen Punkt, auf denjenigen, wo sich die optischen Axen kreuzen. Dieser Fall kommt sehr wenig vor, weil die beiden Augen durch gewisse Gesetze der Sympathie mit einander verknüpft sind, vermöge welcher das eine Auge gewöhnlich keine Drehung um seine Axe vornehmen kann, ohne daſs das andere eine ganz ähnliche macht.

Man kann sie jedoch immer hervorbringen, wenn man einen der Augäpfel mit dem Finger drückt; es gelingt dabei zuweilen das Auge um seine Axe zu drehen, während das andere nicht weicht. Dann gewahrt man eine eigenthümliche Erscheinung, die zu sehen unmöglich ist, so lange nicht wenigstens eins der Augen eine unabhängige Drehung um seine Axe ausgeführt hat.

Wenn irgend ein Gegenstand doppelt erscheint, so sind die beiden Bilder, welche er darbietet, geneigt gegen einander, statt wie gewöhnlich parallel zu seyn. Das ist eine nothwendige Folgerung aus der Theorie der entsprechenden Punkte (*Essai etc.* §. 20, 21 und 22).

Was die Zahl der einfach gesehenen Punkte und deren Lage im Raume betrifft, so ist es keineswegs leicht, die Theorie durch directe Versuche zu rechtfertigen. Dergleichen Versuche erfordern Uebung und Sorgsamkeit; sie verlangen, andere Punkte als den *fixirten* zu beobachten [1]), und dieſs ist immer sehr schwierig. Wir wollen hier nur einen einzigen Versuch beibringen, der sich nicht in dem *Essai* befindet, von welchen wir einen Auszug geben.

Man bringe eine Korkplatte horizontal in der Höhe der Augen an, und stecke darin senkrecht, in gleicher Entfernung von beiden Augen, eine Nadel ein. Fixirt

1) Mit *Fixiren eines Punkts* oder *Gegenstands* meinen wir immer die Augen so gerichtet, daſs sich die optischen Axen an diesem Punkt oder Gegenstand kreuzen.

man nun die Blicke auf einen Punkt nahe an der Spitze der Nadel, so sieht man den ganzen Gegenstand einfach und mit einem einzigen Knopf. Man stecke darauf eine zweite Nadel ein, fast in gleichem Abstand, allein links oder rechts von der ersten. Richtet man nun, ohne den Kopf zu rühren, die Augen so, daſs man einen Theil der zweiten Nadel fixirt, so sieht man sie nicht mehr mit einem einzigen Knopf, sondern man erblickt zwei, einen über dem andern. Das obere Bild gehört dem Auge, dem die Nadel näher ist, das untere Bild dem anderen Auge.

Dieser Versuch bestätigt das folgende Resultat, zu welchem die Theorie führt: Ein Punkt, gelegen auf einem Perpendikel der Axen-Ebene, das durch den Sehpunkt geht, muſs einfach erscheinen, wenn der Sehpunkt sich in gleichem Abstande von jedem Auge befindet; dagegen muſs er doppelt erscheinen, wenn der Sehpunkt ungleich entfernt ist von jedem der Augen.

Wenn es aber wirklich nur eine sehr kleine Zahl von Punkten des Raumes giebt, welche Lichtstrahlen zu entsprechenden Punkten absenden, wie geschieht es, daſs man sie nicht wahrnimmt, und daſs man sich einbildet alle Gegenstände einfach zu sehen? Hier bieten sich verschiedene Ideen dar. Man könnte antworten: obwohl es wahr sey, daſs man einen Punkt auſserhalb des vorhin bestimmten geometrischenOrts nicht einfach sieht, so folge daraus doch nicht, daſs man eine nicht darin gelegene Linie oder eine Fläche von irgend einer Lage immer doppelt sehen müsse; es ist z. B. leicht zu erweisen, daſs alle Geraden, die senkrecht auf der Ebene der optischen Axen sind und durch einen Punkt des Kreises $o'A'\varpi'$ gehen, einfach erscheinen müssen, sobald sie hinreichend verlängert sind (*Essai etc.* §. 8). Man könnte auch sagen, daſs die Nase dem einen Auge die zu weit neben dem Sehpunkt gelegenen Gegenstände verdecke; daſs ein unmerklicher Fleck die Bilder von einigen Gegenständen

empfange, die alsdann nur mit dem andern Auge sichtbar sind, etc.

Allein die wahre Antwort auf die Frage, welche wir uns vorgelegt haben, ergiebt sich aus der Anwendung eines psychologischen Princips auf eine physiologische Thatsache. Das psychologische Princip ist: daſs der Geist auf einmal nur auf eine einzige Sache Acht geben kann; die physiologische Thatsache ist: daſs die Empfindlichkeit der Netzhaut sehr rasch von der Mitte aus abnimmt. Sobald man einen Gegenstand betrachtet, fixirt man zunächst einen Punkt desselben, und die Aufmerksamkeit wirft sogleich auf diesen Punkt. Da die übrigen Punkte des Bildes, welches in jedem Auge entsteht, etwas weniger scharf sind, so wirft sich die Aufmerksamkeit nur successiv auf alle Theile dieses Bildes, und dieſs macht gewisse Theile des Gegenstandes doppelt erscheinen. Fixirt man dagegen sogleich, successiv und sehr rasch, alle verschiedenen Punkte des Gegenstandes, so wirft sich die Aufmerksamkeit immer und alleinig auf den fixirten Punkt.

Hat einmal ein Beobachter die Form des von ihm untersuchten Gegenstandes erkannt, so behält er sie im Gedächtniſs und sieht sie, nicht wie seine Augen sie ihm in einem gegebenen Augenblick darbieten, sondern so, wie sein Urtheil ihm erlaubt hat, sie sich vorzustellen.

Wenn er seine Aufmerksamkeit auf einen andern als den fixirten Punkt richtet, so nehmen seine Augen sogleich diesen andern Punkt zum Sehzeichen. Diese Bewegung der Augen ist den meisten Menschen dermaſsen natürlich, daſs es für sie sehr schwer ist, ihr zuvorzukommen, und irgend einen Punkt zu sehen, ohne die optischen Axen darauf zu richten.

Schreiten wir jetzt zur Untersuchung verschiedener Erscheinungen, welche sich auf die von uns so eben auseinandergesetzte Theorie des Sehens mit zwei Augen beziehen. Diese Untersuchung wird uns Gelegenheit geben, einen neuerlich von Hrn. Wheatstone erfunde-

nen Apparat zu beschreiben. Folgendes ist fast wörtlich aus der Abhandlung desselben in den *Phil. Transact. f.* 1838 genommen [1]).

»Betrachtet man einen Gegenstand aus hinreichender Entfernung, damit die optischen Axen beider Augen nahe parallel seyen, so sind die von jedem Auge für sich gesehenen Projectionen ähnlich, und der Gegenstand erscheint den beiden Augen eben so, wie wenn er nur mit einem Auge gesehen würde. In diesem Fall ist zwischen dem Ansehen eines in Relief gesehenen Gegenstandes, und dem, welches aus seiner, nach dem Gesetz der Perspective, auf eine Ebene gemachten Projection erfolgt, kein Unterschied. Dieses macht, dafs, wenn man sorgfältig alle Umstände ausgeschlossen hat, welche die Täuschung zerstören oder schwächen können, sich auf einer ebenen Fläche entfernte Gegenstände darstellen lassen, mit so vollkommner Aehnlichkeit, dafs man Mühe hat das Gemälde von der Wirklichkeit zu unterscheiden. Die Dioramen sind davon ein Beispiel. Allein diese Aehnlichkeit ist nicht mehr vorhanden, wenn der Gegenstand den Augen so nahe gebracht ist, dafs beim Fixiren desselben die optischen Axen merklich convergiren. Jedes Auge sieht alsdann eine andere Projection des Gegenstandes, und dieser Unterschied im Ansehen ist desto gröfser, je näher der Gegenstand ist. Diese Thatsache weist sich leicht nach, wenn man irgend eine Figur von drei Dimensionen in kleinem Abstande von den Augen aufstellt und sie, eins um das andere, mit jedem Auge fixirt, während man das andere geschlossen hält.«

»Die Erscheinungen, welche diese recht einfache Versuche augenfällig macht, ergeben sich leicht aus den Gesetzen der Perspective. In der That sieht man mit beiden Augen eine körperliche Gestalt von zwei verschie-

1) Eine vollständige Uebersetzung dieser Abhandlung findet sich im Ergänzungsband dieser Annalen, S. 1 etc. *P.*

denen Standpunkten, die um den Abstand zwischen den Mittelpunkten der Augen von einander entfernt sind.«

»Gewöhnlich befindet sich der betrachtete Gegenstand im Kreuzungspunkt der optischen Axen; die Bilder dieses Gegenstandes sind alsdann auf entsprechende Punkte beider Netzhäute projicirt. Allein man kann zwei vollkommen ähnliche Gegenstände auf entsprechende Stellen der Netzhaut projiciren lassen, wenn man sie in Richtung jeder Axe in gleichem Abstand von dem Kreuzungspunkt aufstellt. Fig. 8 Taf. I stellt die gewöhnliche Lage des Gegenstandes im Durchschnittspunkt der optischen Axen vor. Zwei ähnliche Gegenstände sind, in Richtung der Axen, in Fig. 9 vor deren Kreuzung, und in Fig. 10 hinter deren Kreuzung aufgestellt. Richtet man es nun so ein, dafs jedes Auge nur den auf seiner Axe gelegenen Gegenstand sieht, so erblickt man in diesen drei Fällen nur einen einzigen Gegenstand, den man im Zusammentreff der beiden Axen befindlich glaubt.«

»Wenn, statt zwei vollkommen ähnliche Gegenstände in die durch Fig. 9 und 10 Taf. I abgebildete Lagen zu bringen, auf diese Weise von einem und demselben Gegenstande die beiden perspectivischen Projectionen, wie man sie mit jedem Auge sieht, aufgestellt werden, so erblickt man noch einen einzigen Gegenstand, welcher ganz so aussieht wie die körperliche Figur und die genaue Darstellung des Gegenstandes ist, von dem die Zeichnungen die Copie sind.«

Es ist die Fähigkeit des Auges, sich der Entfernung der Gegenstände zu ajustiren, welcher man es verdankt, in verschiedene Fernen deutlich zu sehen, und die Gewohnheit macht, dafs diese Ajustirung gewöhnlich abhängt von dem Winkel, den die optischen Axen mit einander machen. In den besprochenen Versuchen convergiren die optischen Axen nach einem Punkt, welcher sich in einer anderen Entfernung befindet als die der Gegenstände, die man sehen soll; daraus folgt, dafs diese Gegen-

genstände verworren und undeutlich erscheinen. Ueberdiefs können diese Versuche nur gelingen, wenn die Zeichnungen den Abstand zwischen den beiden Axenpunkten, auf welchen sich ihre Mitte befindet, in Breite nicht überschreiten. Um diesen Uebelstand abzuhelfen, hat Hr. Wheatstone ein Instrument construiren lassen, welches er *Stereoskop* nennt.

Das Stereoskop (Fig. 11 Taf. I) besteht aus zwei kleinen ebenen Spiegeln ab und ac, welche mit einander einen rechten Winkel bilden, die reflectirenden Flächen nach aufsen gekehrt. Der Beobachter stellt sich den Spiegeln möglichst nahe, dem ebenen Winkel, den sie bilden, gegenüber, so dafs er mit dem rechten Auge in den rechten Spiegel und mit dem linken Auge in den linken sieht. Man stellt alsdann vor jedem Spiegel eine Zeichnung auf, so beschaffen, dafs sie, reflectirt zu dem auf derselben Seite liegenden Auge, diesem einen gleichen Anblick darbietet, wie der körperliche Gegenstand gewähren würde [1]). Die Zeichnungen n' und n'' müssen in zweckmäfsiger Entfernung aufgestellt seyn, damit der Beobachter mit seinen beiden Augen einen einzigen Gegenstand n vollkommen deutlich sehe.

Sich stützend auf die vorstehenden Betrachtungen und die Eigenschaften des Stereoskop, behauptet Herr Wheatstone, dafs die allgemein angenommene Theorie des Binocular-Sehens den Thatsachen widerspreche. Er behauptet, man könne die Wirkungen des Stereoskops nicht anders begreifen, als wenn man die Theorie der entsprechenden Punkte aufgebe.

In unserem »*Essai*« haben wir die Meinungen des Hrn. Wheatstone zu widerlegen gesucht. Damals kann-

1) In Praxis braucht man nur einen solchen Gegenstand zu zeichnen, wie man ihn mit jedem Auge für sich sieht, dann vor dem Spiegel auf der Rechten die mit dem linken Auge gesehene Projection des Gegenstandes, und vor dem auf der Linken die mit dem rechten Auge gesehene Projection desselben Gegenstandes aufzustellen.

ten wir noch nicht eine in Müller's Archiv von 1841 eingerückte Abhandlung des Hrn. Dr. E. Brücke [1]), welche die Versuche des englischen Physikers im Detail und übereinstimmend mit der Theorie erklärt. Diese Arbeit ist älter als unser *Essai*, und die Priorität der Erklärung der stereoskopischen Erscheinungen gehört ohne Widerrede Hrn. Brücke. Es ist uns sehr angenehm, selber einer in dieser Beziehung an die *Bibliothèque universelle* gerichteten Reclamation Gerechtigkeit widerfahren lassen zu können.

Folgendes ist die Erklärung der stereoskopischen Erscheinungen. Wir haben gezeigt, dafs man gewöhnlich nicht die Empfindung der Gesammtheit der auf beiden Netzhäuten gebildeten Bilder empfängt, indem sich die Aufmerksamkeit insgemein nur auf das Sehzeichen wirft. Obgleich es richtig ist, dafs ein körperlicher Gegenstand auf den Netzhäuten zwei verschiedene Bilder erzeugt, so bekommt man doch nicht die Empfindung der beiden verschiedenen perspectivischen Projectionen des Gegenstandes. Was einen körperlichen Gegenstand sogleich von einer Abbildung desselben unterscheiden läfst, ist die Verschiedenheit, welche man in der Neigung der optischen Axen empfindet, je nachdem man einen mehr oder weniger entfernten Punkt des Gegenstandes fixirt. Diese Verschiedenheit kann bei Betrachtung einer Zeichnung nicht vorhanden seyn. Setzt man den Gegenstand als sehr entfernt voraus, so wird der Winkel der Axen sehr klein und beinahe gleich, welchen Punkt man auch fixiren möge. In diesem Falle wird man den Gegenstand nur schwer von einer Abbildung desselben unterscheiden können.

1) J. Müller's *Archiv für Anatomie, Physiologie etc.* Berlin 1841. S. 459. Auch Hr. Dr. Tourtual hat eine Widerlegung der Ideen des Hrn. Wheatstone veröffentlicht, in einem sehr interessanten Werke, betitelt: *Die Dimensionen der Tiefe im freien Sehen etc.* Münster 1842. Dieses Werk war uns gleichfalls unbekannt, als wir unseren *Essai* veröffentlichten; dieser wurde gelesen am 15 Dec. 1842 in der *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.*

Untersuchen wir jetzt den Vorgang in dem Stereoskop. Denken wir uns, man bringe einen kleinen abgestumpften Kegel in solche Stellung, dafs seine Axe auf der Geraden, welche die Mitten beider Augen verbindet, winkelrecht, und die kleinere Grundfläche dem Beobachter zugewandt sey. Hält man Jemanden mittelst des Stereoskops die perspectivischen Projectionen des abgestumpften Kegels vor, wie er sie mit jedem Auge einzeln sieht, so wird er nur eine einzige Relief-Gestalt wahrnehmen, ganz der ähnlich, welche der wirkliche Gegenstand darbietet. Was geschieht mit ihm? Indem er eine Sache an demselben Ort mit jedem der Augen sieht, mufs der Beobachter glauben, dafs nur ein einziger Gegenstand da sey, und er sucht daran successiv die verschiedenen Punkte zu fixiren. Sieht er alle Punkte der beiden kleinen Kreise zusammenfallen, so wird er glauben, einen einzigen kleinen Kreis zu sehen. Strengt er sich darauf an, irgend einen Punkt der grofsen Kreise zu sehen, so sieht er auch hier successiv alle Punkte zusammenfallen. Allein, um dahin zu gelangen, wird er den Winkel seiner optischen Axen verringern müssen. Daraus wird er schliefsen, dafs er einen grofsen Kreis vor sich habe, entfernter von seinen Augen als der kleine. Er wird folglich denken, er sehe zwei ungleiche Kreise, einen vor dem andern, und den gröfseren entfernter von sich; oder vielmehr, indem er beide Umstände verknüpft, wieder sich einbilden, er sehe einen abgestumpften Kegel (eine Papiertute mit abgeschnittener Spitze) ein Gegenstand, der wirklich einen ganz gleichen Anblick gewährt.

Diese Operation, die zu beschreiben einige Zeit erfordert, macht sich fast instantan, gleichsam auf den ersten Blick; und hat einmal ein Beobachter die Form des imaginären Gegenstandes sonach bestimmt, so glaubt er hernach ihn immer vor sich zu sehen.

Fixirt man im Stereoskop den kleinen Kreis des ab-

gestumpften Kegels recht aufmerksam, so kann man dahin gelangen, die beiden großen Kreise sich schneiden zu sehen. Alsdann verschwindet aller Relief-Anschein sogleich, was nicht geschieht, wenn es beim Fixiren des kleinen Kreises am wirklichen abgestumpften Kegel gelingt, dessen Grundfläche horizontal vergrößert zu sehen. Dieß entspringt daraus, daß man im Stereoskop die beiden großen Kreise vollkommen deutlich sieht, woraus man schließt, daß sie in derselben Entfernung vom Auge befindlich seyn müssen, als der kleine einfach gesehene Kreis. Im Raum dagegen bietet die Grundfläche des Kegels, wenn man den kleinen Kreis fixirt, einen ganz verworrenen Anblick dar.

Die verschiedenen Theile des im Stereoskop in Relief gesehenen Kegels erscheinen, wie gesagt, gleich deutlich. Diese Thatsache müßte, wie es scheint, immer die Täuschung verhindern, und zeigen, daß die Kreise gleichen Abstand vom Beobachter haben. Allein man beurtheilt die Entfernung verschiedener Gegenstände im Raum weniger aus der Weise, wie sich das Auge ajustirt, um jeden derselben deutlich zu sehen, als durch den Winkel, welchen zum Fixiren eines jeden Gegenstandes die optischen Axen mit einander machen müssen. Auch giebt man, wenn die beiden Kennzeichen (die Ajustirung und der Winkel der Axen) einander widersprechen, den Angaben des Axenwinkels den Vorzug. Nichts destoweniger muß die Abwesenheit an Verworrenheit im Ansehen der nicht coïncidirenden Theile, oder, anders gesagt, die Identität der Ajustirung für verschiedene Theile der im Stereoskop gesehenen Gegenstände, wohl der Hauptgrund seyn, daß man oft Mühe hat, diese Objecte im Relief zu sehen.

Die Erklärung des Vorgangs bei Repräsentation des abgestumpften Kegels im Stereoskop läßt sich auf die eines jeden andern Gegenstandes anwenden. Wir hoffen zur Erläuterung dieser Phänomene genug gesagt zu haben.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, wollen wir noch einige Worte über folgenden Versuch sagen. Man ziehe zwei Kreise von etwas verschiedenem Radius, und stelle im Stereoskop einen vor jedes Auge. Man wird die beiden Bilder coïncidiren sehen, und glauben, man habe einen einzigen Kreis vor sich, an Gröfse zwischen den beiden ursprünglichen stehend.

Um zu erklären, warum ein einziger Kreis von dieser Gröfse erscheine, nimmt Hr. Brücke ein Ajustirungsphänomen an [1]; wir glauben mit Hrn. Tourtual, dafs es nicht nöthig sey, diese Ursache zu Hülfe zu nehmen [2]). Man beurtheilt die Gröfse eines Gegenstandes aus der Bewegung, welche die Muskeln der Augen diesen Organen einprägen müssen, damit man alle Punkte des Gegenstandes fixire. Bei dem Versuch, der uns beschäftigt, sind die Bewegungen, welche die Augen ausführen müssen, um successive alle Punkte beider Kreise zusammenfallend zu machen, einerseits weniger beträchtlich als die, welche zur Bestimmung der Gröfse des gröfseren Kreises erfordert würden, und andererseits bedeutender als die, welche zur Bestimmung der Gröfse des kleinen Kreises nöthig wären. Man mufs also dem einzigen Kreise, welchen man im Stereoskope sieht, eine, gegen die beiden ursprünglichen Kreise, intermediäre Gröfse zuschreiben.

Das Studium der Empfindung, welche zwei verschiedene Farben hervorbringen, deren eine im rechten Auge einen entsprechenden Theil der Netzhaut wie die andere im linken Auge afficirt, hat Hr. Wheatstone einen zweiten Einwurf gegen die Theorie der entsprechenden Punkte geliefert. Derselbe behauptet, wenn zwei verschieden gefärbte Scheiben im Stereoskop zur Coïnci-

1) J. Müller's *Archiv*, Berlin 1841, S. 473.

2) *Die Dimensionen der Tiefe im freien Sehen.* Münster 1842, S. 88.

denz gebracht sind, immer die eine von beiden Farben zu sehen, und niemals die dazwischenliegende, aus deren Mengung entstehende.

Viele Physiker sind beschäftigt gewesen mit der Frage über die Mengung der Farben, die entsprechende Punkte beider Netzhäute afficiren; einige behaupten, wie der englische Gelehrte, dafs sie niemals eine intermediäre, von der jedem Auge zugleich dargebotenen Farben sehen konnten; allein die meisten behaupten, dafs man häufig ein Gemeng der beiden Farben sehe. Wir glauben, dafs wenn zwei verschiedene Farben auf entsprechende Punkte der Netzhäute wirken, man immer die Empfindung von einer aus der Mengung beider Farben entspringenden Nüance haben müsse. Indefs mufs man sich darüber erklären, was die intermediäre Farbe sey, die man in diesem Falle sieht. Einige Physiker, die kein Grün gesehen haben, wenn sie dem einen Auge Gelb und dem andern Blau darboten, sagen aus, dafs keine Mengung der Farben stattfinde. Allein die Farben, die man für gewöhnlich anwendet, sind weit davon entfernt rein zu seyn und nur eine Art von Farbenstrahlen zu reflectiren; daraus folgt, dafs ihre Mengung nicht diejenige Farbe giebt, die *a priori* scheint daraus erfolgen zu müssen. Man erhält in vielen Fällen eine schmutzige Farbe, der man keinen Namen zu geben weifs, eine Art von mehr oder weniger dunklem Grau. Die Mengung von Blau und Gelb z. B. giebt oft ein bronzfarbenes Grau.

Diese Unvollkommenheit in der Reinheit der Farben hindert nicht, dafs eine Mengung im Stereoskop stattfinde, und davon kann man sich überzeugen, wenn man mit jeder der beiden Farben diejenige vergleicht, die aus ihrer Mengung entsteht.

Man lasse im Stereoskop eine blaue Scheibe mit einer gelben zusammenfallen, zeichne hierauf oberhalb der gelben Scheibe eine zweite von derselben Farbe, und unterhalb der blauen Scheibe eine andere blaue. Wirft

man nun die Augen auf die vom Stereoskop dargebotenen Bilder, so sieht man drei Scheiben über einander. Die obere Scheibe ist gelb, die untere blau, und die mittlere ist weder blau noch gelb, sondern von intermediärer Nüance, die nach der Reinheit der angewandten Farben verschieden ist. Sie ist grün, wenn das Blau und das Grün recht einfach sind, und möglichst wenig Strahlen von anderer Farbe reflectiren; sie zeigt aber eine Schmutzfarbe, gewöhnlich ein bronzfarbenes Grün, wenn Blau und Gelb unrein sind. Ein analoges Phänomen beobachtet man bei Anwendung irgend anderer Farben.

Bei Anstellung von Versuchen über die Mengung der Farben, die auf entsprechende Theile beider Netzhäute wirken, beobachtet man zuweilen ein auffallendes Phänomen. Sucht man nämlich die Farbe zu erkennen, welche man mit beiden Augen sieht, so erblickt man zunächst die eine der ursprünglichen Farben, plötzlich darauf ist sie durch die andere ersetzt, alsdann erscheint wieder die erste, und solchergestalt findet während einer mehr oder weniger langen Zeit ein beständiger Wechsel zwischen beiden Farben statt. Woher nun diese Art Kampf zwischen beiden Augen, und wie ist diese Erscheinung vereinbar mit der Mengung von Farben, die, nach uns, doch stattfinden mufs?

Erwägen wir, dafs mehre Umstände beitragen, diese Art Kampf zwischen beiden Augen zu erhöhen. Man bemerkt ihn vor Allem, wenn die beiden farbigen Gegenstände nicht genau in gleicher Entfernung von dem Beobachter sind. In diesem Falle verändert sich die Ajustirung der Augen dermafsen, dafs man deutlich bald die eine, bald die andere Farbe sieht, und diejenige Farbe, die den deutlichen Eindruck macht, waltet nothwendig vor, fast bis zum Ausschlufs der andern. Die Ungleichheit der Augen des Beobachters bringt dieselbe Erscheinung aus analogen Gründen hervor. Auch die Verschiedenheit in der Beleuchtung der farbigen Gegenstände

kann dieselbe Wirkung haben, indem sie wahrscheinlich das Vorwalten der Farbe bedingt, die mit demjenigen Auge wahrgenommen wird, dessen Pupille eine zu der empfangenden Lichtmenge verhältnifsmäfsige Gröfse angenommen hat.

Diese Thatsachen, die man leicht durch den Versuch bewähren kann, lassen uns glauben, dafs man die Ursache des erwähnten Kampfes zwischen beiden Augen immer in einem dieser drei Umstände suchen müsse. Vielleicht mufs man auch mit Müller annehmen [1]), dafs die Aufmerksemkeit sich fast ausschliefslich auf die von einem der Augen gesehenen Erscheinung werfen könne. Wie dem auch sey, selbst wenn die Erscheinung des Kampfes zwischen beiden Augen sich einstellt, bemerkt man noch eine gewisse Mengung der Farben; denn wenn man nur eine der Farben zu sehen glaubt, erscheint sie nicht vollkommen von derselben Nüance, wie wenn man sie allein sieht. Davon kann man sich mittelst des Stereoskops überzeugen, wenn man darin den Versuch wiederholt, der uns zum Erweise der Farbenmengung gedient hat, und wenn man dabei sucht die Erscheinung des Kampfes hervorzubringen.

Man hat gesucht den Einwurf gegen die Theorie des Binocular-Sehens zu widerlegen, darauf gegründet, dafs zwei Farben sich nicht mengen, wenn sie entsprechende Punkte afficiren, indem man zu beweisen suchte, dafs dasselbe stattfinde, wenn beide Farben einen einzigen Punkt einer selben Netzhaut afficiren [2]). Diese Widerlegung scheint mir falsch zu seyn (*Essai etc.* §. 19). In der That haben wir gezeigt, dafs wirklich eine Mengung der entsprechende Punkte afficirenden Farben stattfindet; wir glauben mit desto gröfserem Recht, dafs man auch immer die Empfindung einer intermediären Farbe

1) J. Müller, Physiologie, Coblenz 1840, Bd. II S. 387.

2) A. W. Volkmann, Müller's Archiv, Berlin 1838, S. 373.



habe, wenn zwei verschiedene Farben auf den nämlichen Punkt der Netzhaut einwirken.

Um uns davon zu überzeugen, mufsten wir ein Mittel aufsuchen zwei Gegenstände an demselben Ort zu sehen. Wenn Lichtstrahlen auf eine durchsichtige Glasplatte fallen und dabei einen beträchtlichen Einfallswinkel bilden, geht ein Theil derselben hindurch und der andere wird reflectirt. Je gröfser der Einfallswinkel ist, desto mehr Strahlen werden reflectirt; je kleiner er ist, desto mehr werden dagegen durchgelassen; und es giebt einen solchen Einfallswinkel, dafs, wenn bei diesem ein Lichtstrahl auf eine Glasplatte fällt, derselbe in zwei gleiche Bündel zerfällt, von denen der eine reflectirt wird und der andere das Glas durchdringt, um an der andern Seite herauszutreten.

Man zeichne auf ein horizontal gelegtes Blatt Papier zwei Scheiben von gleicher Gröfse, aber verschiedener Farbe. Dann stelle man auf diefs Papier zwischen beide Scheiben eine Glastafel senkrecht auf, und zwar winkelrecht gegen die Gerade, welche die Mittelpunkte beider Scheiben verbinden würde. Endlich halte man das Auge oberhalb der Glastafel, solchergestalt, dafs die beiden Scheiben, die man sieht, die eine durch Reflexion, die andere durch Transmission, an demselben Ort erscheinen. Man sieht alsdann zwei Farben sich mit einander combiniren; doch wird die eine vielleicht die andere überwiegen. Man bringt sie zur Gleichheit, indem man, ohne den Kopf zu rücken, die Glastafel ein wenig nach Seite der minder auffälligen Farbe neigt; oder indem man das Auge senkrecht vom Papier entfernt, wenn die durchgelassene Farbe vorwaltet, oder es dem Papier nähert, wenn die reflectirte Farbe überwiegt.

Bei diesem Versuch sieht man zwei Farben sich mengen, und man erkennt eine intermediäre Farbe. Diese ist nicht diejenige, welche theoretisch aus einem Gemenge von zwei vollkommen einfachen Farben hervorginge; es

[illegible] Farbe, [illegible] jeder der sie zusammen[illegible] Farben, [illegible] deren Mengung. [illegible] Gelb und Blau nicht immer Grün, sondern oft [illegible] [illegible] welche [illegible] bei Mengung der ersteren im Stereoskop [illegible] Diese Versuche [illegible] also zur Bestätigung der Meinungen, welche wir über die Mengung der Farben in den beiden Augen ausgesprochen haben; sie streben zu beweisen, dass [illegible] auf zwei entsprechenden Punkten erhaltenen Eindrücke auf dieselbe Weise empfunden werden, [illegible] diese Eindrücke einen einzigen Punkt derselben Netzhaut [illegible]

Schliefslich wollen wir in wenigen Worten [illegible] [illegible] welche wir uns über die Theorie des Binocular-Sehens haben bilden können. [illegible] [illegible] den beiden Netzhäuten entsprechende [illegible] Alle Einwürfe, die [illegible] gegen diese Theorie [illegible] können leicht widerlegt werden. Was den Act des Sehens betrifft, der uns die Form und die Natur der Gegenstände erkennen läfst, so wird er kaum anders als von den Mitten der Netzhäute ausgeübt. Die übrigen Theile dieser Organe dienen gewöhnlich nur dazu, die Aufmerksamkeit auf die darauf sich abbildenden Gegenstände zu richten; weiter geht ihr Nutzen nicht. Sobald die Aufmerksamkeit auf einen dieser Gegenstände gerichtet worden ist, machen die Augenmuskeln die optischen Axen convergiren, und es sind immer die Mitten der Netzhäute, mit denen wir ihn untersuchen. Man müfste noch erklären, welchen Zweck die Correspondenz von aufser der Mitte liegenden Punkten beider Netzhäute habe. Wozu dient diese sonderbare Correspondenz, welche, im gewöhnlichen Acte des Sehens, keine Art von Nutzen darzubieten scheint? Das ist ein Problem, welches uns beim gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft noch nicht gelöst zu seyn scheint.

VIII. *Bemerkungen über Resonanz und über Helligkeit der Farben im Spectrum von A. Seebeck.*

(Briefliche Mittheilung.)

Dresden, den 24. Juni 1844.

— Als ich mir vor einiger Zeit jene Theorie des Mitschwingens bildete, welche ich Ihnen unlängst übersandte [1]), war es meine Hauptabsicht von dem Wesen des Mittönens wenigstens in einem einfacheren Falle eine deutlichere Vorstellung zu gewinnen. Es lag jedoch zu nahe, die erhaltenen Resultate auch auf Lichtschwingungen zu übertragen, als dafs ich nicht hätte versuchen sollen, eine solche Anwendung von meinen Formeln zu machen. Inzwischen wurde ich, was den Gegenstand der folgenden Mittheilung betrifft, durch die Unsicherheit dieser Anwendung, und besonders durch den Mangel solcher Erfahrungsdata, welche eine Durchführung der Vergleichung zuliefsen, veranlafst die Sache wieder bei Seite zu legen. Als ich jedoch heute in No. V Ihrer Annalen d. J. die interessanten Bemerkungen fand, mit welchen Melloni auf die sogenannte Resonanz der Netzhaut zurückkommt, zog ich eine kleine, denselben Gegenstand betreffende Berechnung wieder hervor, und will versuchen Ihnen den Gang meiner Betrachtungen mit Wenigem anzugeben.

Aus jener Theorie des Mittönens hat sich ergeben, dafs eine Platte, wie ich sie dort annahm, deren eigene Schwingungsmenge n ist, getroffen von einem Wellenzuge von der Form $a \cos(mt + \theta)$ stets nach einiger Zeit in eine Bewegung übergeht, welche durch $\alpha \cos(mt + \theta)$ vorgestellt wird, wo die Schwingungsweite α um so grö-

1) Vergl. Heft VII dieses Jahrgangs.

fser im Verhältnifs zu a ist, je weniger m von n verschieden ist.

Sehr leicht ergiebt sich aus der gefundenen Formel für a folgender Satz: *Läfst man auf die Platte zwei gleich starke Töne wirken, so ist das Mittönen von gleicher Intensität, im Fall der höhere Ton um das gleiche Toninterval über dem Tone der Platte liegt, wie der tiefere unter demselben*, z. B. wenn jener um eine Quarte höher, dieser um eine Quarte tiefer ist, als der eigne Ton der Platte. Zeichnet man daher eine Curve der Resonanzstärke, indem man die Wellenlängen als Abscissen und die Intensitäten des Mittönens als Ordinaten nimmt, so wird diese Curve nicht zu beiden Seiten ihres Maximums symmetrisch, sondern fällt auf der Seite der kürzeren schneller [1]).

Fig. 3 Taf. III stellt eine solche Curve dar; sie erstreckt sich von dem Maximum eine halbe Octave aufwärts und abwärts, also von A bis I über den Umfang einer Octave, und zwar so, dafs die Töne von A nach I zu höher werden, indem die Wellenlängen von M aus gemessen sind. Es ist dabei angenommen, dafs die Intensität durch die lebendige Kraft oder durch $a^2 m^2$ gemessen werde [2]). Den Werth von b habe ich beispielsweise $=\frac{1}{20}n$ genommen. Die Gestalt der Curve ändert sich zwar, wenn man dafür einen andern Werth nimmt, immer jedoch so, dafs das Maximum dieselbe Lage zwischen zwei Punkten gleicher Intensität, z. B. zwischen A und I, behält.

Ich werde jetzt versuchen diese Betrachtungen auf

1) Sie würde symmetrisch werden, wenn man statt der Wellenlängen deren Logarithmen als Abscissen nähme.

2) Ich nehme hierbei Veranlassung zu bemerken, dafs in meiner Abhandlung, Annalen, Bd. LX zwei Mal (S. 452 nnd 461) $\frac{a}{m}$ statt am steht. Auch mufs es daselbst, S. 449 Z. 5 v. u., *Ablenkung* statt *Geschwindigkeit* heifsen.

die sogenannte Resonanz der Netzhaut anzuwenden, unter der allerdings nicht verbürgten Annahme, daſs der vorhin ausgesprochene Lehrsatz, welcher für die longitudinalen Schwingungen der Schallwellen gefunden worden, unter gewissen Beschränkungen auf die Transversalen der Lichtwellen übertragen werden darf.

Denken wir uns, die Netzhaut bestehe aus Theilchen, welche für sich, nach bloſsem Anstoſsen, eigne Schwingungen machen, ganz eben so wie jene Platte. Das subjective Licht, welches wir bei der Erregung des Auges durch Stoſs oder elektrische Entladung wahrnehmen, würde dann wahrscheinlich in solchen *eigenen* Schwingungen der Netzhaut bestehen. Nehmen wir an, daſs der Werth von n für alle Theilchen der Netzhaut gleich sey, d. h. daſs jenes subjective Licht homogen sey, oder, was auf dasselbe hinauskommt, ziehen wir nur solche Theilchen in Betracht, welche einerlei n haben, und lassen wir nun auf diese Theilchen Lichtwellen von irgend einer Länge wirken, so müssen die Schwingungen der Netzhaut nach einiger Zeit denen des erregenden Wellenzugs isochronisch werden, dabei aber um so stärker seyn, je weniger die Wellenlänge des einfallenden Lichtes von der des eignen (subjectiven) Lichts der Netzhaut verschieden ist. Lassen wir also nach einander Wellen von verschiedener Länge, aber gleicher Stärke (gleichem Werthe von am) auf die Netzhaut wirken, so muſs ihre Resonanz und die dadurch bedingte Lichtempfindung von ungleicher Stärke seyn, und es würden sich die Wirkungen auf unser Organ durch eine Resonanzcurve darstellen lassen, jener ähnlich, welche ich vorhin für die Platte gezeichnet habe, wobei nur der Werth von n und b aus der Erfahrung bestimmt werden müſste.

Lieſse sich diese Curve durch eine zweckmäſsige Wahl von b und n identisch machen mit einer andern, welche die beobachteten Helligkeiten des Farbenspectrums darstellt, so würde man vermuthen dürfen, daſs die Wel-

len in der ganzen Ausdehnung des Spectrums von gleicher Stärke (lebendiger Kraft) sind; auf eine ungleiche Vertheilung dieser Stärke aber müfste man schliefsen, wenn jene beiden Curven sich nicht in Uebereinstimmung bringen lassen.

Das Letztere ist nun in der That der Fall, wovon ich mich bereits vor einiger Zeit durch Vergleichung Fraunhofer'schen Messungen überzeugt habe. Ein Spectrum, bei welchem sich die Wellenlängen als Abscissen darstellen, hat man an Fraunhofer's Gitterspectrum [1], da hier der Abstand jeder Farbe von dem mittleren weifsen Streifen der zugehörigen Wellenlänge proportional ist. Die Vertheilung der Helligkeiten aber, welche dieses Spectrum für das Auge zeigt, läfst sich ziemlich aus denen entnehmen, welche derselbe ausgezeichnete Optiker am prismatischen Farbenbilde gemessen hat [2]. Diese Vertheilung ist in beiden Spectris sehr ungleich, weil die minder brechbaren Strahlen, welche im prismatischen Bilde stark auseinandergezogen sind, im Gitterspectrum einen viel kleineren Raum einnehmen, und in dem Maafse, als sie hier mehr zusammengedrängt sind, intensiver erscheinen müssen. Diese ungleiche Zusammendrängung der verschiedenfarbigen Strahlen und die daraus entspringende Veränderung ihrer Helligkeit läfst sich berechnen aus den Abständen der dunkeln Linien, welche Fraunhofer in beiden Spectris sehr scharf gemessen hat.

Diese Interpolation hat mir mit einer für den vorliegenden Zweck hinreichenden Genauigkeit folgende Helligkeiten in der Gegend der dunkeln Linien *B*, *C*... *H* für das Gitterspectrum gegeben

bei	*B.*	*C.*	*D.*	*E.*	*F.*	*G.*	*H.*
	0,02	0,06	0,57	0,56	0,28	0,08	0,02

1) Denkschriften der Münchner Acad. VIII.

2) Ebend. 1814 bis 1815.

wobei die Helligkeit des Maximums zwischen D und E als Einheit genommen ist.

Fig. 4 Taf. III stellt die Curve dieser Intensitäten dar. Vergleicht man sie mit Fig. 3, in welcher ich deshalb die entsprechenden Punkte bezeichnet habe, so bemerkt man sogleich aus dem ganz ungleichen Gange beider, daſs — unter den im Eingange bemerkten Voraussetzungen — die wahren Intensitäten ($a^2 m^2$) sich nicht gleichmäſsig über die ganze Ausdehnung des Spectrums erstrekken können, indem das Maximum eine ganz andere Lage zwischen je zwei Stellen gleicher Helligkeit hat, als dieſs bei der Resonanzcurve für gleiche Wellenstärken möglich seyn würde. Ist nun die Wellenstärke ungleich für verschiedene Theile des Spectrums, so muſs die Helligkeitscurve eine Function von ihr und von der ungleichen Resonanzfähigkeit der Netzhaut werden, so daſs, um über die letztere zu urtheilen, man die erstere (die Wellenstärke) kennen müſste. Das Maximum der Helligkeit muſs von der Natur dieser *beiden* Veränderlichen abhängen. Nimmt z. B. die Wellenstärke vom Roth bis zum Violett fortwährend ab — wie das unter der Annahme des Identitätsprincips auch dann der Fall zu seyn scheint, wenn man auch hier die ungleiche Ausbreitung im prismatischen Bilde in Anschlag bringt, so müſste, bei meinen Voraussetzungen, also die eigne Schwingungsmenge n der Netzhaut schon in's Blaugrün oder Blau hineinfallen [1]). Dieſs ist ein ganz anderes Resultat, als jenes, zu welchem Melloni, ohne Frage von ganz verschiedenen Prämissen ausgehend, gelangt ist, indem er die gröſste Resonanzfähigkeit dahin setzt, wo die gröſste Helligkeit wahrgenommen wird.

Ich habe diese Berechnung unter der einseitigen Vor-

1) Sollte vielleicht hierin der Grund liegen, warum die grüne Farbe unserem Auge so wohlthätig ist? Allein dann müſste wahrscheinlich das subjective Licht ebenfalls grün oder bläulich seyn, was sich, wie ich glaube, nicht bestätigt.

aussetzung ausgeführt, dafs alle Theile Netzhaut einerlei *n* haben, weil es mir nicht ohne Nutzen zu seyn schien, die Analogie, auf welche man in diesem Gegenstande einmal gewiesen ist, an einem solchen einfachen Beispiele durchzuführen. Ich halte jedoch diese Voraussetzung selbst nicht für wahrscheinlich. Dürfen aber mehrere *n beliebig* angenommen werden, so wird es möglich seyn, jede gegebene Helligkeitsskale mit jeder gegebenen Vertheilung der Wellenstärken in Einklang zu bringen. Auf diese Weise wird es, unter der Annahme des Identitätsprincips, möglich seyn, die Vorstellung von einer Resonanz der Netzhaut, oder vielleicht von mehreren solchen Resonanzen festzuhalten, wie man auch die Vertheilung der Wärme im Spectrum oder des bis zur Netzhaut gelangenden Theiles derselben finden möge. Ob aber die Werthe der *n*, welche angenommen werden müssen, um die Wärmeskale mit der Helligkeitsskale in Einklang zu bringen, wirklich in der Natur des Auges begründet sind, darüber dürften die subjectiven Gesichtserscheinungen einigen Aufschlufs zu geben geeignet seyn.

IX. *Ueber die Entstehungsweise der Töne; von Hrn. Ch. Fermond.*

(*Compt. rend. T. XVII p.* 800.)

Bei Anstellung einiger akustischen Versuche, welche die Aufhellung gewisser mir dunkel scheinender Fragen bezweckten, bin ich zu einigen Resultaten gelangt, die wohl Beachtung verdienen dürften.

Meine Untersuchungen bezweckten zunächst das Studium der Bewegung der Luft in offenen oder gedeckten Pfeifen. Um zu sicheren Resultaten zu gelangen, schien es mir nöthig die Versuche so einzurichten, dafs sie möglichst

lichst augenfällig seyen. Ich suchte also nach einem Mittel, die Schwingungen sichtbar zu machen, und dazu schien mir ein in der Luft leicht erkennbarer Rauch am geeignetsten zu seyn. Zu dem Ende bediente ich mich des Tabacksrauchs. Um mich so kurz wie möglich zu fassen, will ich die gefundenen Hauptresultate in Propositionen angeben.

Wenn eine gläserne Querpfeife mit Tabacksrauch gefüllt ist und man bläst sie an, so sieht man die Rauchsäule eine sehr regelmäſsige Spirale beschreiben.

Dasselbe ist der Fall, wenn man eine mit Tabacksrauch gefüllte gläserne Orgelpfeife oder Flageoletpfeife anbläst.

Auch, wenn man auf dieselbe Röhre ein Zungenmundstück steckt, sieht man, beim Anblasen, die Rauchsäule eine Spirale bei ihrer Bewegung beschreiben. Man kann das Zungenmundstück durch eine Lockpfeife (*Appeau*) oder durch die Stimme ersetzen; das Phänomen bleibt dasselbe; nur macht sich in der Gestalt der Spirale eine Verschiedenheit merkbar. Im Allgemeinen ist sie sehr in die Länge gezogen, und, damit sie recht sichtbar werde, muſs man die Pfeife während des Tönens schlieſsen.

Läſst man eine an einem Ende verschlossene Pfeife nach Art der Panflöte ertönen, so beschreibt die Rauchsäule ebenfalls eine sehr unregelmäſsige Spirale.

Man könnte glauben, die cylindrische Form der Röhren, so wie die Form des Mundstücks hätte einen groſsen Einfluſs auf die Bildung dieser Spiralen; allein man kann sich mittelst einer eigends dazu construirten und gedeckten quadratischen Orgelpfeife leicht überzeugen, daſs dem nicht so ist, und daſs darin die Spiralen auf dieselbe Weise entstehen.

Betrachtet man beim Savart'schen Versuch die Bewegung des Lycopodiums auf schwingenden runden Scheiben, so erkennt man leicht darin eine Spiralbewegung.

Untersucht man die Bewegung des Wassers, welches einen Ton giebt, wenn es aus einer Oeffnung in dem platten Boden eines Gefäſses flieſst, so sieht man leicht, daſs es eine Spirale beschreibt.

Wenn Bindfaden auf der Seilerbahn gemacht wird, beschreibt er vermöge des Rades (*molette*), welches ihn zusammendreht, eine Spirale, während zugleich ein sehr charakteristischer Ton entsteht.

Ich werde hier aller Tonerzeugungen erwähnen, bei denen es leicht ist, die Gestalt einer mehr oder weniger regelmäſsigen Spirale zu erkennen. Was ich eben anführte beweist, daſs die Spiralbewegung bei der Tonbildung allgemeiner ist, als man wohl vorausgesetzt hat.

Diese Versuche lieſsen mich glauben, daſs die Spiralbewegung wesentlich sey zu der Tonbildung, und in diesem Fall müſste es möglich seyn, allemal einen Ton hervorzubringen, wenn man die Luft zwänge, sich in einer Spirale zu bewegen. In der That läſst sich dieſs auf's Einleuchtendste mittelst eines kleinen Instruments beweisen, welches ich aus dem Grunde *Helicophon* nenne. Es besteht aus einer Glasröhre, deren Länge wenigstens drei bis vier Mal so viel beträgt als ihr Durchmesser. An einem ihrer Enden verschlieſst man sie durch einen Stöpsel, auf dessen Umfang mehre Schraubengänge eingeschnitten sind. Bläst man durch diese Oeffnung, so entsteht ein Ton, der desto höher ist, je stärker man bläst. Bei einiger Achtsamkeit gewahrt man bald, daſs der Klang und der Fortgang des Tons die gröſste Aehnlichkeit haben mit der Sirene des Hrn. Cagniard-Latour, welche, in der That, der durch sie strömenden Luft eine Spiralbewegung einprägt, wovon ich mich mittelst Durchleitung eines Rauchstroms überzeugt habe.

Dieser Versuch mit dem Helicophon, obwohl im ersten Augenblick entscheidend scheinend, kam mir doch nicht vollständig vor, und um mich zu überzeugen, daſs die Spiralbewegnng der Luft allein einen Ton geben

könne, ersetzte ich in dem Helicophon den Schrauben-pfropfen durch Pfropfen, die mit einer Menge von transversalen und longitudinalen Sinuositäten besetzt waren, und jedesmal gab der Versuch keinen Ton, obgleich die Umstände möglichst vervielfältigt wurden.

Wenn man eine mit Rauch gefüllte Glasflöte so anbläst, dafs sie ihren Grundton oder den Ton 1 giebt, ist es leicht zu sehen, dafs die Spirale mit einer gewissen Geschwindigkeit begabt ist, während sich zugleich die ganze die Röhre erfüllende Rauchsäule in Bewegung befindet. Bläst man stärker, so dafs der Ton in die höhere Octave oder in den Ton 2 übergeht, so bewegt sich die Spirale rascher. Um die höheren Töne herauszubringen, mufs man noch stärker blasen, und demgemäfs ist die Bewegung noch rascher.

Es ist leicht zu erweisen, dafs die Höhe oder Tiefe eines Tons von drei sehr verschiedenen Ursachen abhängt: 1) von der Länge der Spirale, 2) von der Spiralbewegung, 3) von der Gröfse des Querschnitts der Spiralzone.

Die Intensität des Tons scheint mir von der Luftmenge abzuhängen, welche in die Zusammensetzung einer Spirale von gegebener Bewegung eintritt. Zwei Versuche kommen dieser Ansicht zur Stütze. Der erstere ist leicht mit dem Helicophon anzustellen. Wenn man den Spiralpfropfen nur mit einer einzigen Schraubenfurche versieht, läfst sich kein Ton hören, versieht man ihn mit zwei, so entsteht eine Art Brummen, das man im Ohr empfindet; mit drei Furchen vernimmt das Ohr einen Ton, obgleich einen schwachen; mit einer gröfseren Zahl von Furchen endlich bekommt man einen Ton, hinreichend charakterisirt, um darin leicht alle Tonhöhen wahrzunehmen.

Richtet man nun eine Flöte so ein, dafs sie zwei Mundstücke darbietet, so bemerkt man, dafs der Ton sehr verstärkt wird, wenn man zugleich durch beide Mund-

stücke bläst, sey es nun, dieſs geschehe in gleichen oder entgegengesetzten Richtungen, oder man erzeuge den Grundton oder seine Octave etc.

In einer künftigen Abhandlung hoffe ich zu beweisen, daſs der Klang der Pfeifen von der Form der Spiralen abhängt; jedoch glaube ich nicht, dieſs sey die einzige Ursache des Klanges aller Instrumente, der bekanntlich so sehr verschieden ist.

Wenn man über diese Spiralbewegung der tönenden Luft nachdenkt, so scheint es mir schwer nicht zu glauben, daſs der Schneckengang im Ohre eine der wichtigsten Rolle spiele, obwohl man bis jetzt keine bestimmte Function für denselben nachweisen kann. Es wäre nicht unmöglich, daſs seine Abwesenheit, seine Fortnahme oder eine Miſsstaltung desselben eben so viele Ursachen zur Unvollkommenheit des Ohres wären [1]).

X. *Ueber die Entstehungsweise der Töne und die daraus hervorgehenden Erscheinungen; von Hrn. Ch. Fermond.*

(*Compt. rend. T. XVIII p.* 171.)

In einem vor einiger Zeit gelesenen Aufsatz suchte ich zu beweisen, daſs der Ton in Pfeifen durch eine Schrau-

1) Obige Notiz hat später (*Compt. rend. T. XVII p.* 1282) Hrn. N. Savart veranlaſst, eine Reclamation zu Gunsten des verstorbenen F. Savart zu erheben, darin zeigend, daſs Letzterer bereits im Jahr 1823 in seinen: *Recherches sur les vibrations de l'air* (*Ann. de chim. et de phys. T. XXIV p.* 56) ganz ähnliche Beobachtungen gemacht, theils an gläsernen Orgelpfeifen (mittelst eingestreuter und von Sonnenlicht beleuchteter Staubtheilchen), theils an groſsen Luftmassen und selbst an starren Körpern. — Darauf entgegnet Hr. Fermond (*Compt. rend. T. XVII p.* 1334), obwohl F. Savart die Spiralbewegungen beobachtet, so habe er doch weder die

benbewegung der Luftsäule erzeugt werde. Indeſs hatte ich mich überzeugen können, daſs in gewissen Fällen eine solche Bewegung stattfindet, ohne daſs irgend ein Ton erzeugt wird. Es blieb mir also noch zu untersuchen, welche Umstände zur Tonerzeugung unumgänglich seyen, und nach einigen Versuchen bin ich zu Resultaten gelangt, die ich hier kurz zusammenfassen werde.

1) Schlägt man auf eine Klangscheibe, eine gläserne z. B., auf welche hie und da einige leichte Korkstückchen gelegt sind, so gewahrt man folgende Erscheinung. Alle diese Stückchen nehmen nicht gleiche Richtung an; die einen beschreiben unregelmäſsige Curven, die andern gleiten in Einer Richtung fort, bald longitudinal, bald transversal, dabei sich mehrmals um sich selber drehend; noch andere endlich bleiben auf einen Punkt liegen und nehmen eine fast bestimmte Bewegung an. Man sieht leicht, daſs sie eine zusammengesetzte Bewegung machen, in der man erkennt, daſs sie eine kleine geschlossene Curve beschreiben, und währenddeſs sich mehrmals um sich selber drehen, so daſs dieser erste Kreis aus mehren anderen kleineren Kreisen zusammegesetzt ist.

Diese Bewegung scheint mir das erste Beispiel von einer Doppelbewegung der Lufttheilchen darzubieten. In der That, wenn die Luft, die ohne Zweifel oberhalb der Platte in Bewegung ist, nur eine einfache fortschreitende Bewegung nach einem groſsen Kreise besäſse, so ist klar, daſs der leichte Körper eine einfache geschlossene Curve beschrieben hätte. Die Lufttheilchen selber hätten also diese letztere Bewegung annehmen müssen, um sie den Korkstäubchen mitzutheilen.

2) Sucht man in einem umgekehrten Helicophon einen Ton hervorzubringen, so gelingt dieſs nicht wohl anders, als nachdem man, durch Hineinschiebung des Spi-

Allgemeinheit derselben erkannt, noch die Entstehung des Tons daraus abzuleiten gesucht, was gerade seine (Fermond's) Absicht sey.

ralpfropfens, der Röhre eine Länge vom Drei- oder Vierfachen ihres Durchmessers gegeben hat. Es scheint mir wahrscheinlich, wenn ich mit der Mehrzahl der Physiker eine Kugelgestalt für die Lufttheilchen annehme, dafs diese Theilchen, im vorliegenden Fall, längs der Innenwand der Röhre fortrollen, und darin die schon auf der Glasplatte beobachtete zweite Bewegung annehmen.

3) Nimmt man eine gläserne Querpfeife, welche gut tönt, und verkürzt man sie hinreichend, so kommt man zuletzt dahin, dafs sie nicht mehr anspricht, und dennoch ist sie weit davon entfernt einen so hohen Ton zu geben, dafs das Ohr ihn nicht mehr hören könnte; denn wenn man sie wieder verlängert, oder verschliefst, oder theilweise deckt, giebt sie einen Ton, der vermuthen läfst, dafs wenn sie angesprochen hätte, das Ohr dieses gewifs gehört haben würde. Ueberdiefs giebt sie ein Geräusch, welches den Ton andeutet, welches aber ohne Ausdruck ist. Wahrscheinlich haben die Lufttheilchen in diesem Falle keine hinreichende Röhrenlänge gefunden, um jene zweite Bewegung annehmen zu können. Indefs stellt sich, wie wir weiterhin sehen werden, ein Phänomen ein, das die Wirkung hat, diese Lufttheilchen zu dieser Rotationsbewegung zu bestimmen. Eine Länge der Röhre von wenigstens der Gröfse ihres Durchmessers scheint nothwendig zur Bildung des Tons.

4) In einer künftigen Abhandlung über die Molecular-Statik und Mechanik werde ich beweisen, dafs diese Rotationsbewegung der Lufttheilchen die Bildung einer Curve bedingt, welche in der Spirale, von Abstand zu Abstand, eine Art Zusammenschnürung verursachen mufs, ganz analog denen, welche F. Savart in seinen schönen Arbeiten über die Flüssigkeitsadern beschrieben hat, und welche keineswegs Knoten sind, wie er voraussetzte. In dieser Hypothese scheint mir, müfste ich in dem Helicophon eine Contraction nur dann wahrnehmen, wenn die Röhre eine zur Tonbildung hinreichende Länge hätte.

Die Erfahrung hat diese Voraussicht bestätigt. Um das Phänomen so gut wie möglich zu studiren, nahm ich eine Röhre von der Länge eines Meters und steckte in eins von deren Enden einen Spiralpfropfen, durch das andere füllte ich sie mit Wasser, und liefs es dann ausfliefsen. Dabei beobachtete ich Folgendes. Wenn man der Röhre keine Länge läfst, entweicht das Wasser durch jede der Kannelirungen, dabei mit der Verlängerung der Röhrenaxe einen desto stumpferen Winkel bildend als der Druck der Flüssigkeit stärker ist. Schiebt man den Pfropfen hinein, um der Röhre eine gewisse Länge zu geben, so sieht man Strahlen aus den Schraubengängen hervorschiefsen, sich vereinen, zu einer bauchigen und spiralförmigen Schüssel (*nappe*) ausbreiten, wobei man schon am Wasser die Tendenz zur Bildung von Contractionen wahrnimmt. Giebt man endlich der Röhre eine zur Bildung eines wohl ausgeprägten Tons angemessene Länge, so sieht man die bauchige Schüssel sich zusammenziehend schliefsen, ganz dem analog, was wir bei offnen Pfeifen eintreten sehen. Die Contraction in Pfeifen, die man für einen Knoten angesehen hat, scheint mir nichts zu seyn, als die Folge dieser Rotationsbewegung.

5) Bei jeder Tonbildung ist es unmöglich eine Aspiration zu verkennen, die so stark ist, dafs sie Gase einzieht, Korkkügelchen und selbst eine Flüssigkeitssäule hebt. Da nun diese Aufsaugung im entgegengesetzten Sinne geschieht, so scheint mir einleuchtend, dafs diese entgegengesetzten Bewegungen den Lufttheilchen eine Rotation um sich selber einprägen müssen.

6) Endlich ist die Entstehung des Tons in der Sirene leicht zu begreifen, obwohl dabei keine Röhre vorhanden ist; denn die obere Scheibe mufs, indem sie sich dreht, den Lufttheilchen die erwähnte Rotationsbewegung mittheilen.

Aus diesen Versuchen ziehe ich den Schlufs, dafs

der Ton in Pfeifen nicht durch eine einfache Spiral-(Schrauben-) bewegung erzeugt wird, sondern durch eine doppelte Bewegung, eine schraubenförmige und eine rotirende. Diese Doppelbewegung macht uns die Fortpflanzung des Tons nach drei Dimensionen des Raums vollkommen begreiflich, eine Fortpflanzung, die mich meine Versuche in einer anderen Weise als die bisher angenommene erblicken lassen.

Ich habe anderswo nachgewiesen, dafs die Spiralbewegung ihrerseits nothwendig ist zur Tonbildung; überdiefs kann man sich überzeugen, dafs wenn man die Spiralbewegung aufhebt, indem man Korkansätze zum Spiralpfropfen hinzufügt, alsdann auf keine Weise eine Tonbildung hervorzubringen ist. Herr Duhamel hat bewiesen, dafs, wenn man mit einem kreisrunden Bogen eine Saite zum Tönen bringt, und der Bogen, welcher sich fortwährend bewegt, eine stets gröfsere Bewegung als die Saite hat, alsdann der Ton erlischt und man statt seiner eine Art von Knirschen hört, welches keine Beziehung zum ursprünglichen Ton der Saite hat. Hier wird die Saite so gedreht, dafs sie nicht mehr die Spirale beschreiben kann, welche den Ton bildete. Deshalb mufs ohne Zweifel, damit das Phänomen zum Vorschein komme, der Bogen eine gröfsere Geschwindigkeit haben; ohne diefs würde die Saite auf sich selbst zurückkehren und den Ton wieder erzeugen. Diese Erscheinung scheint mir zur Klasse der oben von mir beschriebenen zu gehören.

Wenn ich nicht irre, so scheint mir, kann man den Satz aufstellen, dafs jede Ursache, welche den Gang oder die Regelmäfsigkeit der Spirale zu stören oder die Rotation der in ihr begriffenen Lufttheilchen zu hemmen strebt, beständig eine Schwächung und selbst eine gänzliche Vernichtung des Tons zur Folge hat.

Obgleich dieser Satz nur eine Folgerung aus den oben angegebenen Thatsachen ist, so habe ich es doch

für nützlich gehalten, einen directen Beweis von dieser Betrachtungsweise zu geben.

Schneidet man auf dem Umfang eines Pfropfens zwei oder drei Schraubengänge ein, um damit im Helicophon einen Ton hervorzubringen, so hört der Ton nach und nach auf, in dem Maafse als man in paralleler Richtung mit der Axe des Instruments mehr Wind hineinbläst. Dazu braucht man nur auf der andern Seite vom Umfang des Pfropfens longitudinale Furchen zu schneiden. Dasselbe Phänomen entsteht auch, wenn man in der Mitte des mit Schraubengängen versehenen Pfropfens ein kleines Loch durchsticht.

Was im Helicophon stattfindet, zeigt sich auch in Pfeifen mit Mundstücken. Sendet man, während die Pfeife gut anspricht, einen Luftstrom parallel der Axe durch die Pfeife, so hört sie augenblicklich auf zu tönen. Der Strom kann längs der dem Mundstück gegenüberliegenden Wand der Röhre und selbst in der Mitte der Spirale hineingesandt werden, und dennoch hört der Ton in gleichem Maafse auf. Besonders auffallend sind diese Erscheinungen bei gedeckten Pfeifen.

Diese Erscheinungen scheinen mir eine Erklärung zu geben von der Schwierigkeit, welche die Orgelbauer erfahren, wenn sie reine und volle Töne hervorzubringen suchen. Die ganze Theorie von der Erzeugung schöner Töne scheint mir in dem eben aufgestellten Satz eingeschlossen zu seyn. Ohne Zweifel beschränkt man sich deshalb auf Anfertigung von Orgelpfeifen, die den Grundton geben. Wenn man sie höhere Töne angeben liefse, würde die Luftschicht zuletzt zu grofse Dicke in Bezug auf den höheren Ton erhalten, und die Reinheit dieses wäre getrübt.

In einer Pfeife können zwei Schraubenbewegungen eine rechts- und eine linksgehende, vorhanden seyn, ohne dafs dadurch der Ton gestört wird.

In allen Pfeifen mit Mundstücken kann man sehen,

dafs diese beiden Bewegungen gleichzeitig vorhanden sind, zunächst weil die Luftschicht, welche gegen die Schneide der Oberlippe stöfst, keine Ursache findet, welche die Spirale mehr in dem einen als in dem anderen Sinne drehen sollte, dann, weil sich diese Erscheinung durch folgenden Versuch sehr augenfällig machen läfst. Man hält die Pfeife horizontal und streut Lycopodium an die Grundfläche des Pfropfens, der als Windlade dient, oder gegen die Mündung hin. Wenn man alsdann stark hineinbläst, um die Töne 2, 3 oder 4 hervorzubringen, so sieht man das Lycopodium wirbelnd herausfliegen; und wenn man diesen Wirbel genauer untersucht, so findet man, dafs er aus zwei entgegengesetzt laufenden Spiralen besteht. Diese Erscheinung zeigt sich nicht blofs bei Pfeifen. Man sieht sie auch bei schwingenden Scheiben, und F. Savart hat sie sogar bei Platten bemerkt, die inmitten einer mit leichten Holztheilchen erfüllten Flüssigkeit vibrirten. Endlich werden wir weiterhin sehen, dafs eine schwingende Saite nothwendig in der Luft diese doppelten und entgegengesetzten Wirbel erzeugen mufs.

Die Bauchungen und Zusammenziehungen, welche beim Tönen stattfinden, kann man mittelst elliptischer oder kreisrunder, mit Lycopodium bestreuter Scheiben nachweisen. Solche Scheiben, in genau gleichen Abständen von einander aufgestellt, erklären Erscheinungen, welche die Physiker so gut beobachtet hatten. Sicher kann man hier in dem Abstande der Scheiben von einander nur die Länge einer Welle erkennen, die in diesem Falle leicht zu messen ist, und eine andere Eigenschaft besitzt, als man von der Schallwelle kennt.

Endlich ist es leicht zu beweisen, dafs der Knoten in Pfeifen nicht den für ihn angegebenen Ursprung hat, und dafs das, was man auf Membranen als Knotenlinien betrachtete, nur Bauchlinien sind. Die wahren Knotenlinien entsprechen den Contractionen der Pfeifen, und finden sich in der Mitte der Figur der Bauchlinien; sie

werden von einen leichteren Pulver als Sand angegeben. Diese Erscheinungen, die mir für die Theorie der Töne von großsem Werth zu seyn scheinen, werden in einer künftigen Abhandlung vollständiger studirt werden.

Kehren wir nun zu dem oben erwähnten Aspirationsphänomen zurück. Unmöglich kann die Analogie entgehen, die zwischen dem Ton der Sirene oder dem des Helicophons und einem etwas heftigen Winde vorhanden ist. Dieſs hat mich veranlaſst zu untersuchen, ob ich nicht, bei der Tonbildung im Helicophon, einige der Phänomene im Kleinen erhalten würde, welche die Natur im Groſsen hervorbringt. Sicher muſsten für mich die Töne der Winde einen ähnlichen Ursprung haben wie die Töne des Helicophons. Der Wind müſste also in der Luft eine Spirale herstellen, und, sobald die Bewegung hinreichend beschleunigt sey, müſste daraus ein in die Höhe oder, umgekehrt, in die Tiefe steigender Ton erfolgen. Zugleich konnte man erkennen, daſs leichte, in die Mitte dieser Bewegung gebrachte Körper herumwirbeln und zu oft groſsen Höhen gehoben werden muſsten. Ich hatte alsdann die Idee, ob sich nicht mit einem groſsen Helicophon ähnliche Erscheinungen hervorbringen lassen würden; allein der Versuch lehrte mich bald, daſs leichte Körper zwar herumwirbelten, aber nach allen Seiten fortgeschleudert wurden. Ich schrieb diesen Erfolg der Verworrenheit der Spiralen zu, und unternahm einen anderen Versuch, der vollkommen gelang.

Man bringe eine mit Rauch erfüllte Röhre in das Innere des Helicophons, mit der Vorsicht, daſs man, wenn man nahe an den Pfropfen kommt, darin einen leichten Ausschnitt macht, um dem Rauche einen freien Austritt zu geben. Bläst man stark, so giebt der Helicophon keinen Ton; allein der Rauch verschwindet augenblicklich im entgegengesetzten Sinn zur ersten Bewegung. Die Röhre mag nur bis zur Mitte des Instruments reichen, oder man mag sie am Ende verschlieſsen, wenn sie nur

in der Mitte der Spiralen gehalten wird, so bleibt die Erscheinung dieselbe. Macht man den Versuch mit einer Röhre voll Korkkügelchen, so sieht man dieselben augenblicklich in der dem Winde entgegengesetzten Richtung fortfliegen. Wenn man, statt Korkkügelchen in die Röhre zu bringen, das freie Ende derselben in Wasser taucht und dann stark in die Röhre bläst, so steigt das Wasser in derselben bis zu einer gewissen Höhe, die desto gröſser, als der Wind stärker ist. Damit man nicht annehmen könne, das Wasser steige vermöge des Drucks, den der Wind etwa auf dasselbe ausübe, umgab ich die Röhre mit einem groſsen Stück Pappe, welche die Bewegung, die auf den Gang derselben von Einfluſs seyn konnte, weit zu den Seiten der Flüssigkeit ableiten muſste. Der Versuch macht sich auch gut mit einer gläsernen Flöte, sobald man nur die inwendige Röhre bis zum Mundstück schiebt.

Von der Stärke dieser Aspiration kann man sich nach folgenden Resultaten eine Idee machen.

Eine kleine Korkkugel, 10 Millimeter im Durchmesser, an das Ende einer 1 Met. langen horizontalen Röhre gebracht, wurde in einer kürzeren Zei fortgeführt (*absorbé*), als sie gebrauchte, um die senkrecht gehaltene Röhre vermöge ihres eigenen Gewichts zu durchfallen. In derselben Röhre, etwa 40° gegen den Horizont geneigt, stieg die Korkkugel bis zur Mitte mit einer Geschwindigkeit, fast derjenigen gleich, die sie beim Fallen in derselben Röhre erlangt haben würde. Ohne Zweifel würde sie ganz bis zum oberen Ende gestiegen seyn, wenn ich den Wind mit meinen Lungen so lange hätte unterhalten können. Das zu diesen Versuchen dienende Helicophon hatte 24 Millimet. Durchmesser. Angenommen, was wahrscheinlich ist, daſs die Hälfte zur Aspirationsbewegung bestimmt wird, bleiben 12 Millimet. für den Schraubenstrom (*courant hélicique*), die dividirt durch 2, für die Dicke der Spiralzone 6 Millimet. oder einfach 6 Millimet. Querschnitt geben.

Als ich mich eines Helicophons von 40 Millimeter Durchmesser bediente, konnte ich mit großer Kraft eine Korkkugel aufsaugen, die 24 Millimet. im Durchmesser hielt, 1 Grm. wog und in einer Röhre von 50 Centim. Länge lag. Nach vorstehender Rechnung würde die Spirale 10 Millimeter im Durchschnitt haben.

Wenn man diese Erscheinungen mit denen der Natur im Freien vergleicht, und bedenkt nach welchem Maafsstabe die Winde wirken, so begreift man, wie grofs deren Effecte seyn müssen. Erwägt man nun zuvörderst, dafs, damit der Ton für unser Ohr wahrnehmbar werde, wenn der Wind auf eine Strecke von blofs einem Meter wirkt, er eine aufserordentliche Stärke haben mufs, um die zur Wahrnehmung des Tons erforderliche Geschwindigkeit hervorzubringen. Denn das Helicophon, dessen helicischer Querschnitt nur 10 Millimeter beträgt, giebt, mit den Lungen angeblasen, einen so tiefen Ton, dafs das Ohr ihn höchstens eben vernimmt. Combinirt man diese Geschwindigkeitseffecte mit der Erstreckung, die oft sehr bedeutend, z. B. 25 Meter, betragen kann, so wird man begreifen, welche imposanten Erscheinungen daraus hervorgehen müssen.

Wenn also der von Winden erzeugte Ton, der im Klang und Fortgang viele Aehnlichkeit mit dem Ton des Helicophons besitzt, durch eine Spiralbewegung hervorgebracht wird, so wird es bis zu einem gewissen Punkte leicht, durch die schraubenförmige Bewegung und deren Geschwindigkeit, dasjenige meteorologische Phänomen zu erklären, welches man *Windhosen* (*trombes*) nennt. Es ist klar, dafs, wenn diese Bewegung über der Oberfläche von Seen und Meeren entsteht, die Aufsaugung so grofs mufs werden können, dafs dadurch Wasser zu bedeutender Höhe gehoben wird, und eine *Wasserhose* entsteht. Stellt sich dagegen das Phänomen über dem Erdboden ein, so giebt sie zu den Windhosen Anlafs, die mehr oder weniger schwere Körper emporheben, Bäume ausreifsen u. s. w.

Um sich zu überzeugen, dafs diefs die Erklärung des Phänomens der Windhosen sey, braucht man nur die Beschreibung zu lesen, die Prof. Grofsmann von einer 1829 in der Gegend von Trier beobachteten Windhose gegeben hat.

XI. *Ueber die ordentliche Brechung im Kalkspath.*

Veranlafst durch Prof. Mac-Callagh, der bekanntlich zweifelte, ob wirklich der ordentliche Strahl im Kalkspath nach dem Snell'schen Gesetze gebrochen werde [1]), hat Sir Brewster darüber eine Untersuchung angestellt. Er schnitt aus einem und demselben Stück Kalkspath zwei Prismen, so, dafs der gebrochene Strahl in dem einen parallel, in dem andern winkelrecht zur Axe gehen mufste. Beide Prismen kittete er auf eine Glasplatte und gab ihnen durch Abschleifen der anderen Flächen genau gleiche brechende Winkel. Hierauf leitete er den gelben homogenen Fraunhofer'schen Strahl *D*, erzeugt von einer Kerze mit gesalzenem Docht, durch einen schmalen Schlitz auf beide Prismen, während er mit einem und demselben Auge durch die brechenden Kanten beider Prismen sah. Er beobachtete die vollkommenste Coïncidenz beider gebrochenen Bilder der scharfen Linie *D*, was es aufser Zweifel setzt, dafs innerhalb der Beobachtungsfehler, der ordentliche Strahl in beiden Prismen denselben Refractionsindex besitzt. (*Report of the thirtheenth Meeting of the british Associat. f. the advancem. of Science; held at Cork* 1843. — *Notices p.* 7.)

1) Annalen, Bd. LVIII S. 274.

XII. *Ueber die Titansäure;* *von Heinrich Rose.*

(Fortsetzung von Band LXII S. 253.)

II. Ueber die in der Natur vorkommenden titansäurehaltigen Mineralien.

3) Tschewkinit.

Dieses merkwürdige Mineral ist zuerst von meinem Bruder beschrieben worden, der auch die Bestandtheile desselben ermittelt hat [1]). Es giebt vielleicht wenige Mineralien, zumal unter den nicht krystallisirten, die hinsichtlich ihres physikalischen und chemischen Verhaltens so viel Interesse darbieten.

Mein Bruder hat das specifische Gewicht des Tschewkinits zu 4,508 bis 4,549 bestimmt; er selbst aber bemerkt dabei, dafs diefs die Resultate der Wägungen verschiedener Stücke sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs bei dem Tschewkinite ähnliche Verschiedenheiten im specifischen Gewichte sich zeigen, wie ich sie beim Gadolinite gefunden habe [2]). Ich fand das specifische Gewicht des Stückes, das mir zu meinen Untersuchungen diente, zu 4,5296.

Wird der Tschewkinit im Platintiegel geglüht, so decrepitirt er sehr wenig, und zeigt eine sehr geringe Gewichtsabnahme. 2,457 Grm. verloren dadurch nur 0,002 Grm., also 0,08 Procent; dabei aber bläht er sich ganz aufserordentlich auf, wie diefs auch mein Bruder bemerkt hat, und zeigt eine so starke Feuererscheinung wie Gadolinit; aber nicht bei allen Stücken des Minerals

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVIII S. 551.

2) Ebendaselbst, Bd. LIX S. 481.

kann dieselbe wahrgenommen werden, wenn diese auch sonst die übrigen Eigenschaften der Stücke zeigen, bei denen die Feuererscheinung entschieden wahrgenommen wird. Die geglühte aufgeblähte Masse ist aufserordentlich porös. Weder durch langes Kochen mit Wasser, noch durch langes Behandeln im luftleeren Raume können die Luftblasen vollständig ausgetrieben werden. Geglühter, aber nicht gepulverter Tschewkinit, nachdem derselbe mit Wasser lange gekocht und mehrere Wochen unter der Luftpumpe behandelt worden war, zeigte bei verschiedenen Versuchen ein spec. Gewicht von 4,046; 4,055 und 4,295; aber das spec. Gewicht des geglühten und darauf gepulverten Tschewkinits ist 4,615, also schwerer, wie das des ungeglühten. Dieses Verhältnifs im specifischen Gewichte zwischen dem geglühten und ungeglühten Mineral ist ein ähnliches, wie es beim geglühten und ungeglühten Gadolinite, und überhaupt bei den meisten, aber nicht bei allen Mineralien stattfindet, welche beim Erhitzen eine Feuererscheinung zeigen.

Wird der im Platintiegel über der Spirituslampe geglühte Tschewkinit im Kohlenfeuer zur starken Rothgluht gebracht, so wird er gelber an Farbe und nimmt um 0,65 Proc. an Gewicht zu, schmilzt aber nicht. Die Gewichtszunahme, welche von einer höheren Oxydation des im Tschewkinite enthaltenen Eisenoxyduls herrührt, wird bedeutender, wenn er darauf einer Weifsglühhitze ausgesetzt wird; er nimmt dabei noch um 0,25 Proc. zu, schmilzt aber noch nicht. Wird er hingegen der stärksten Weifsglühhitze ausgesetzt, so wird er zum vollständigen Schmelzen gebracht. Die geschmolzene Masse hat auf der Oberfläche ein gestricktes krystallinisches Ansehn, ist aber muschlig im Bruch und von ganz schwarzer Farbe. Durchs Schmelzen nimmt das absolute Gewicht etwas ab, aber das specifische Gewicht vermehrt sich. Der schwach geglühte Tschewkinit, der durch stärkeres Erhitzen um 0,9 Proc. an Gewicht zunimmt, verliert durchs Schmel-

zen

zen 0,54 Proc. Durchs Schmelzen des stark geglühten Minerals entsteht also ein Gewichtsverlust von 1,44 Proc. — Das specifische Gewicht des geschmolzenen Tschewkinits ist 4,717, also noch bedeutender als das des porösen, gepulverten, schwach erhitzten Minerals.

Wird der fein gepulverte, aber nicht erhitzte Tschewkinit mit Chlorwasserstoffsäure übergossen, so gelatinirt er in der Kälte nicht, wohl aber bei sehr gelinder Wärme. Mit Wasser behandelt, hinterläſst die Gallerte Kieselsäure, welche beim Kochen mit kohlensaurer Natronauflösung einen ziemlich bedeutenden Rückstand hinterläſst. In der filtrirten Flüssigkeit giebt Ammoniak einen Niederschlag, der Eisenoxydul enthält, so daſs also der Eisengehalt als Oxydul im Minerale enthalten ist, wie dieſs auch beim Gadolinite der Fall ist, mit welchem der Tschewkinit Aehnlichkeit hat. Das Oxydul wurde in Oxyd vermittelst Chlorwasser verwandelt, ohne dabei die Flüssigkeit zu erhitzen, damit die Titansäure sich nicht als unlösliche Modification ausscheiden möge. Nach der Fällung vermittelst Ammoniak wurde in der filtrirten Flüssigkeit der Kalkerdegehalt auf die bekannte Weise bestimmt, und darauf noch kleine Mengen von Magnesia, Manganoxydul, Kali und Natron aufgefunden.

Der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag besteht wesentlich aus Titansäure, Eisenoxyd, Ceroxyd, so wie aus kleinen Mengen von Yttererde, Magnesia und Manganoxydul. Mit Kalihydrat behandelt, wird aus ihm nichts aufgelöst. Dieſs ist indessen von der Abwesenheit nicht sehr bedeutender Mengen von Beryllerde und Thonerde kein Beweis, wie ich dieſs früher gezeigt habe.

Das Ceroxyd enthält die Oxyde der von Mosander entdeckten Metalle Lanthan und Didym. Auf die Gegenwart von dem Oxyde des letzteren Metalls wurde nur durch die braune Farbe des erhaltenen Oxyds und durch die schwach amethystrothe Farbe geschlossen, welche die Verbindung der genannten Oxyde mit Schwe-

felsäure zeigte. — Da die Analysen des Tschewkinits von mir vor der Entdeckung des Didyms angestellt worden, so suchte ich nach der früher von Mosander angegebenen Methode das Lanthanoxyd vom Ceroxyd aus dem geglühten Gemenge vermittelst sehr verdünnter Salpetersäure zu trennen. Ich erhielt aber hierbei bei den verschiedenen Analysen die verschiedensten Resultate, so dafs es unnütz seyn würde dieselben hier anzuführen.

Die Trennung der Titansäure vom Eisenoxyde und dem Ceroxyd geschah bei den verschiedenen Analysen auf verschiedene Weise. Bei den meisten Untersuchungen wurde aus der chlorwasserstoffsauren Auflösung des Niederschlags das Ceroxyd auf die bekannte Weise vermittelst schwefelsauren Kalis gefällt und das gefällte Oxyd mit einer Auflösung desselben Salzes ausgewaschen. Die Scheidung der Titansäure vom Eisenoxyd wurde meistentheils durch Weinsteinsäure bewerkstelligt.

Bei einer Untersuchung suchte ich die Titansäure von den Oxyden des Eisens und des Cers nach Berthiers Vorschrift zu scheiden, indem ich die chlorwasserstoffsaure Auflösung des Niederschlags mit Ammoniak neutralisirte, Schwefelammonium hinzufügte und das Ganze mit schweflichter Säure behandelte. Die Trennung war in diesem Falle annähernd, und auch vielleicht zweckmäfsig, wo überhaupt eine sehr grofse Genauigkeit zu erreichen unmöglich ist. Trennt man übrigens Titansäure vom Eisenoxyd allein, so erhält man weniger Titansäure und mehr Eisenoxyd, als man erhalten sollte [1]).

Bei einer andern Untersuchung suchte ich das Eisenoxyd von der Titansäure auf die Weise zu scheiden, dafs ich das Gemenge beider mit Wasserstoffgas behandelte. Aber die Trennung mifslang in sofern als sich das

1) Als bei einem Versuch, um die Genauigkeit der Methode zu bestimmen, 1,069 Grm. Titansäure und 1,138 Grm. Eisenoxyd angewandt wurden, erhielt ich 1,009 Grm. Titansäure und 1,199 Grm. Eisenoxyd.

reducirte Gemenge mit violetter Farbe in Chlorwasserstoffsäure auflöste.

Die Analyse wurde in einem Falle sehr ungenau, als ich den mit Ammoniak entstandenen Niederschlag mit zweifach schwefelsaurem Kali schmolz und die geschmolzene Masse mit Wasser behandelte. Ich befürchtete, bei dem ungelöst bleibenden Ceroxyd-Doppelsalze viel Titansäure zu erhalten; der Erfolg war indessen der entgegengesetzte. Es hatte sich durch die zu saure Flüssigkeit viel des Doppelsalzes mit der Titansäure und dem Eisenoxyd gelöst. Ich erhielt zu wenig Ceroxyd, als ich das Doppelsalz mit Kalihydrat zerlegte, und zu viel Titansäure, als ich dasselbe vom Eisenoxyd durch Schwefelammonium und Weinsteinsäure trennte.

Das Mittel von nicht weniger als sechs Analysen des Tschewkinits, bei denen indessen oft nicht alle Bestandtheile bestimmt wurden, war folgendes:

Kieselsäure	21,04
Kalkerde	3,50
Magnesia	0,22
Manganoxydul	0,83
Kali, Natron	0,12
Ceroxyd, Lanthanoxyd, Didymoxyd	47,29
Eisenoxydul	11,21
Titansäure	20,17
	104,38.

Der Ueberschufs bei der Analyse rührt davon her, dafs das Ceroxyd im Minerale als Oxydul enthalten ist.

Der Tschewkinit enthält keine Phosphorsäure oder andere Säuren, aufser Kieselsäure.

Es ist oben angeführt worden, dafs die Kieselsäure bei der Behandlung mit kohlensaurer Natronauflösung

einen ziemlich bedeutenden Rückstand hinterliefs. Derselbe betrug in den sechs verschiedenen Analysen 3,53; 4,29; 4,25; 3,54; 2,09; und 4,06 Procent. Er wurde aus Gründen, die ich früher angegeben, nicht von der Kieselsäure abgerechnet [1]).

So complicirt nun auch nach dem Angeführten die Zusammensetzung des Tschewkinits ist, so enthält er doch noch Bestandtheile, welche in derselben nicht angegeben sind. Namentlich war die ausgeschiedene Titansäure, obgleich sie sich vor dem Löthrohr mit Reagentien wie reine Titansäure verhielt, nichts weniger als rein. Als sie, mit Kohle gemengt, einem Strome von Chlorgas ausgesetzt wurde, erhielt ich zwar flüchtiges flüssiges Titanchlorid, aber zugleich eine geringe Menge eines festen flüchtigen Chlorids, welches sich wie Beryllium- und Aluminiumchlorid verhielt. Als die rückständige Kohle mit Wasser ausgewaschen wurde, löste dieses eine sehr geringe Menge von Chloryttrium auf.

Durch diese Analysen erhalten wir zwar nicht eine genaue Zusammensetzung des Tschewkinits, aber sie reichen für jetzt hin, die Chemiker auf ein merkwürdiges Mineral aufmerksam zu machen. Für jetzt wäre es bei unserer mangelhaften Kenntnifs von den Oxyden, welche das Ceroxyd begleiten, ein vergebliches Bemühen, den Analysen des Tschewkinits den Grad der Genauigkeit zu geben, wie er bei denen anderer Mineralien erhalten werden kann.

4) Perowskit.

Auch dieses Mineral ist zuerst von meinem Bruder beschrieben worden. Er fand bei der qualitativen Untersuchung, dafs dasselbe nur aus Titansäure und Kalkerde mit einer sehr geringen Menge von Eisen bestände [2]).

1) Poggendorff's Annalen, Bd. LXII S 269.

2) Ebendaselbst, Bd. XXXXVIII S. 558.

Die schwarze Farbe des Minerals mufste auf die Ansicht leiten, dafs das Titan in demselben, wie im Titaneisen, als Oxyd, und nicht als Titansäure, enthalten sey. Aber selbst durch eine oberflächliche Untersuchung kann man sich davon überzeugen, dafs diese Vermuthung nicht die richtige seyn kann. Schon das feine Pulver des Perowskits ist graulichweifs; beim Glühen beim Zutritt der Luft wird es weifs mit einem sehr schwachen Stich in's Gelblichrothe; dabei nimmt es aber nicht nur nicht an Gewicht zu, sondern dasselbe vermindert sich, freilich nur sehr unbedeutend, um 0,14 bis 0,23 Procent. Bei einem geringen Erhitzen im Wasserbade tritt zuerst eine höchst unbedeutende Gewichtszunahme ein, aber beim Glühen erfolgt die Gewichtsverminderung.

So complicirt die Zusammensetzung des Tschewkinits ist, so einfach ist die des Perowskits.

Der Perowskit hat bei derselben Krystallgestalt nicht immer dieselbe Farbe. Der, welcher zuerst von meinem Bruder beschrieben worden ist, ist eisenschwarz, undurchsichtig und von metallischem Demantglanze; später erhielt derselbe einige lose Krystalle, die im Bruche eine dunkel röthlichbraune Farbe hatten, und an den Kanten durchscheinend waren. Beide Varietäten des Perowskits sind in meinem Laboratorium untersucht worden.

Hr. Dr. Jacobson hat die eisenschwarze Varietät des Minerals untersucht. Das feine Pulver wurde mit zweifach schwefelsaurem Kali geschmolzen, die geschmolzene Masse wurde mit Wasser behandelt, und als sich hierbei nicht alles auflöste, der Rückstand von Neuem derselben Operation unterworfen. Aus der Auflösung wurde durch langes Kochen in einer Platinschale die Titansäure vollständig gefällt, und aus der von ihr getrennten Flüssigkeit die Kalkerde bestimmt. — Die erhaltene Titansäure enthielt die ganze Menge des im Minerale enthaltenen Eisens als Eisenoxyd; die Trennung beider geschah auf die bekannte Weise vermittelst Schwefelam

moniums und Weinsteinsäure, nachdem sie durch vorheriges Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali und Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser aufgelöst worden waren.

Das Resultat der Behandlung war folgendes:

		Sauerstoff.
Titansäure	58,96	23,41
Kalkerde	39,20	11,52
Eisenoxydul	2,06	0,47
mit sehr geringen Spuren von Manganoxydul		
Spuren von Talkerde		
	100,22.	

Hr. Brooks aus Manchester hat darauf die Varietät des Perowskits von dunkel rötlichbrauner Farbe untersucht. Der Gang der Untersuchung war ein ganz ähnlicher wie bei der vorhergehenden Analyse. Er fand:

		Sauerstoff.
Titansäure	59,00	23,43
Kalkerde	36,76	10,16
Eisenoxydul	4,79	1,09
mit einer geringen Menge von Manganoxydul		
Magnesia	0,11	0,04
	100,07.	

In beiden Analysen ist der Sauerstoffgehalt der Kalkerde und des Eisenoxyduls zusammengenommen halb so grofs wie der der Titansäure. Wie beim Titanite, so vermindert sich auch beim Perowskit der Kalkerdegehalt, wie sich der Gehalt an Eisenoxydul vermehrt, woraus man ersieht, dafs beide Basen sich gegenseitig ersetzen. Es ist auffallend, dafs gerade die minder schwarze Varietät des Perowskits mehr Eisenoxydul enthält als die dunkler schwarze, woraus sich ergiebt, dafs Eisenoxydul

nicht die Ursache der schwarzen Farbe des Minerals sey. Wir haben gesehen, dafs dieselbe auch nicht von Titanoxyd herzuleiten sey.

Nimmt man an, dafs der Perowskit nur aus titansaurer Kalkerde bestände, so ist die chemische Formel desselben $\dot{Ca}\ddot{Ti}$. Die Kalkerde steht in demselben zu der Titansäure in einem ähnlichen Verhältnisse wie im Titanit, so dafs, wenn man letzterem die Kieselsäure entzieht, er sich in Perowskit verwandeln mufs.

XIII. *Ueber das Titaneisen; von Fr. v. Kobell* [1]).

Ich habe kürzlich Ihre Abhandlung über das Titaneisen gelesen, und zur Ausmittlung der sehr wahrscheinlichen Desoxydation von Eisenoxyd durch Titansesquioxyd einen Versuch angestellt, der Sie vielleicht interessirt, daher ich Ihnen denselben hier mittheile.

Um Titansesquioxyd in salzsaurer Auflösung zu erhalten, wurde Titansäure, welche mit Aetzammoniak gefällt worden war, in Salzsäure aufgelöst, und die Auflösung mit feinem Silberpulver gekocht. Das Silber verhält sich nämlich, nach einer neuerlich von Prof. Fuchs gemachten Beobachtung in Beziehung auf die Titansäure, wie das Kupfer, und man hat dabei den Vortheil, in der Auflösung das Titansesquioxyd ohne Beimischung eines andern Metalls zu erhalten. Die schön blau gefärbte Auflösung wurde filtrirt und dann mit einer Auflösung von Eisenchlorid gekocht [2]), welche kein Eisenchlorür enthielt. Die Flüssigkeit wurde hierauf mit kohlensau-

1) Aus zwei Schreiben an Hrn. Heinrich Rose.

2) Auch ohne Kochen und in der Kälte geht die Oxydation des Titansesquioxyds auf Kosten des Eisenoxyds sehr schnell vor sich.

rem Kalk versetzt. Nach Abscheidung des entstandenen Präcipitats gab Aetzammoniak im Filtrat einen bedeutenden Niederschlag von Eisenoxydul von der bekannten blaugrünen Farbe. Um mich zu überzeugen, daſs dabei nicht vielleicht Titansesquioxyd sey, wurde eine Auflösung dieses Oxyds mit kohlensaurem Kalk versetzt. Es entstand ein graulichschwarzer Niederschlag, welcher, in kalter Salzsäure aufgelöst, mit Ammoniak eben so, doch mehr blauschwarz, gefällt wurde. Es wurde also, wie solches vorherzusehen war, das Titansesquioxyd durch kohlensauren Kalk gefällt, und zwar vollständig, denn im Filtrat giebt Ammoniak nichts mehr davon an. Der oben erwähnte Niederschlag war daher nur Eisenoxydulhydrat. Dieser Versuch spricht für Ihre Ansicht über das Titaneisen in sofern, als er beweist, daſs man bei der Analyse einer Verbindung von Titansesquioxyd und Eisenoxyd, wenn man sie, wie gewöhnlich, in Salzsäure, und besonders bei Einwirkung der Wärme, auflöst, immer Titansäure und Eisenoxydul wird finden müssen, obwohl er unentschieden läſst, daſs solches titansaures Eisenoxydul nicht auch primitiv vorkommen könne. Auch die schwarze Farbe des Titansesquioxyds spricht mehr für Ihre Ansicht, als für die Annahme von titansauren Verbindungen. Auffallend bleibt übrigens immer, gerade wegen dieses Verhaltens, das Vorkommen von solchem Titansesquioxyd mit Eisenoxyd, da die Bildung einer solchen Verbindung unter ganz besondern Umständen stattfinden muſs, wenn sie sich nicht zu titansaurem Eisenoxydul umwandeln soll.

(Aus dem zweiten Schreiben.)

— Ich habe zu der kürzlich mitgetheilten Notiz über das Titansesquioxyd noch nachträglich beizufügen, daſs eine durch Kochen mit Silber bereitete Auflösung von salzsaurem Titansesquioxyd im concentrirten Zustand etwas *Chlorsilber* aufgelöst enthält, welches beim Verdünnen

mit Wasser die Flüssigkeit opalisirend macht, und durch Schwefelwasserstoffgas abgeschieden werden kann. Ich habe diese unerwartete Beobachtung gelegentlich bei einer qualitativen Analyse des Greenovits gemacht, dessen Analyse von Cacarrié wahrscheinlich unrichtig ist, wenigstens habe ich, aufser Titansäure und Manganoxyd, auch Kieselerde und Kalkerde gefunden. Sein Mangangehalt dürfte auch zu hoch angegeben seyn. Auch ist das Mineral keineswegs unschmelzbar, sondern es schmilzt, obwohl schwer, doch ganz deutlich zu einer weifslichen porcellanartigen Masse. — Ihre Arbeit über den Titanit habe ich unterdessen auch erhalten. Wir haben uns gleichzeitig mit diesem Mineral beschäftigt, und ich habe bei meinen Analysen ebenfalls am besten gefunden, die Titansäure von der Kieselerde durch concentrirte Schwefelsäure zu trennen. Ich war indessen mit den Resultaten noch nicht ganz zufrieden, und da Fuchs inzwischen seine Methode mit Kupfer fand, so liefs ich die Arbeit wieder liegen. Den Kalk konnte ich nicht so hoch finden, wie Sie ihn angeben. Eine gute Bestimmung gab mir vom Sphen v. Greiner 23,4 Procent, dagegen erhielt ich auch immer etwas mehr Titansäure, welche vielleicht noch kalkhaltig war. Die Methode von Fuchs scheint mir für dergleichen Analysen sehr brauchbar, und hier ist die Kupferprobe der mit Silber vorzuziehen, was die Bestimmung der Kieselerde betrifft.

XIV. *Ueber eine neue Säure im menschlichen Harn; von W. Heintz.*

Die höchst interessante und wichtige Abhandlung von Liebig über die Constitution des Harns der Menschen und der fleischfressenden Thiere, wodurch er besonders die Abwesenheit der Milchsäure in demselben darzuthun sucht, veranlaſste mich, einen Theil dieser Arbeit in einer etwas anderen Weise zu wiederholen, nicht als ob ich an der Richtigkeit der unmittelbaren Resultate des Experiments zweifelte, sondern weil darin eine Voraussetzung gemacht war, die mir bei einer so hoch wichtigen Sache erst durch Versuche dargethan werden zu müssen schien. Liebig nimmt nämlich als gewiſs an, daſs, weil die Milchsäure durch Fäulniſs nicht zerstört werde, sie auch im faulenden Harn nicht verändert werden könne. Jenes ist nun zwar allgemein anerkannt; allein ob bei der Fäulniſs des Harns nicht Umstände obwalten, welche die Zerstörung der Milchsäure veranlassen könnten, das schien mir, obgleich es nicht wahrscheinlich war, dennoch erst durch Versuche dargethan werden zu müssen.

Deswegen nahm ich zur Auffindung der Milchsäure im Harn nicht gefaulten, wie Liebig, sondern frischen, an dem Tage, an welchem er abgedampft wurde, erst gelassenen Harn an. Ich behandelte ihn ähnlich, wie Jener, jedoch muſste ich wegen Anwesenheit des Harnstoffs einen etwas anderen Weg einschlagen.

Etwa 50 Pfund von mehreren gesunden jungen Männern gelassenen Harns wurden zuerst über freiem Feuer, dann im Wasserbade abgedampft, das erhaltene Extract mit Alkohol, welcher mit der hinreichenden Menge verdünnter Schwefelsäure versetzt war, ausgezogen. Die saure Auflösung wurde mit Bleioxyd gesättigt, der er-

haltene Niederschlag abfiltrirt, die Flüssigkeit stark eingedampft und der in dieser concentrirten Auflösung erhaltene Harnstoff mit reiner Oxalsäure gefällt. Ich erhielt bei dieser Gelegenheit eine bedeutende Menge oxalsauren Harnstoffs, der durch Abwaschen mit Wasser und einmaliges Umkrystallisiren sich vollkommen weiſs und in groſsen Krystallen abschied. Die von demselben abgepreſste, von Harnstoff fast freie Flüssigkeit wurde zur Trockne abgedampft, mit Alkohol ausgezogen und diese Auflösung zur Abscheidung des Natrons mit verwitterter Oxalsäure versetzt. Das oxalsaure Natron wurde abfiltrirt, das Filtrat mit Bleioxyd gesättigt und darauf mit basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt. Aus der vom Niederschlage durch Filtration befreiten Flüssigkeit wurde durch Schwefelwasserstoff das Blei entfernt, und das im Wasserbade concentrirte Filtrat mit Baryterdehydrat gekocht, wobei eine reichliche Ammoniakentwicklung stattfand. Das in der Auflösung erhaltene Barytsalz wurde darauf mit schwefelsaurem Zinkoxyd so zerlegt, daſs nur ein geringer Ueberschuſs von diesem in der Flüssigkeit blieb. Sie wurde darauf stark eingedampft, worauf sich feine mikroskopische Krystallchen abschieden, die ich anfänglich für milchsaures Zinkoxyd hielt. Durch das Mikroskop aber überzeugte ich mich bald von ihrer Verschiedenheit. Das milchsaure Zinkoxyd bildet nämlich Nadeln, die an den Enden zweiflächig zugespitzt erscheinen, wogegen die Krystalle des aus dem Harn erhaltenen Zinksalzes durch eine gerade Endfläche begränzt waren. Um mich von der Natur der Säure zu überzeugen, an welcher das Zinkoxyd in diesem Salze gebunden war, schied ich die Krystallchen mit möglichster Sorgfalt von der Mutterlauge, preſste sie zwischen Flieſspapier aus, löste sie in vielem kochenden Wasser, welches nur in groſser Quantität angewendet sie vollständig aufnahm, und lieſs durch's Erkalten krystallisiren. Die Mutterlauge gab beim allmäligen Abdampfen noch mehr Kry-

stalle. Sie wurden sämmtlich von Neuem von der anhangenden Flüssigkeit durch Abpressen gesondert.

Das auf auf diese Weise erhaltene Zinksalz hatte noch einen schwachen Stich in's Grünlichgelbe, war also wohl noch nicht ganz rein, obgleich seine Auflösung ganz farblos war. Aus diesem Salze suchte ich die Säure durch Schwefelwasserstoff rein darzustellen, was auch vollkommen gelang. Zu dem Zweck löste ich es in kochendem Wasser auf, und leitete durch diese Lösung Schwefelwasserstoff. Nach Abscheidung des Schwefelzinks enthielt die Lösung keine Spur mehr von Zinkoxyd. Die stark sauer reagirende Auflösung wurde durch Kochen von überschüssigem Schwefelwasserstoff befreit und im Wasserbade eingedampft. Bei starker Concentration der Flüssigkeit schied sich die Säure in prismatischen Krystallen ab, die vierseitige, wie es schien, rechtwinkliche Säulen und Tafeln bildeten.

Diese Säure löst sich also sehr leicht in Wasser auf, und krystallisirt leicht und deutlich, durch welche Eigenschaften sie sich vollständig von Hippursäure und Harnsäure einerseits, von der Milchsäure andererseits unterscheidet, welche Säuren die einzigen organischen Ursprungs sind, deren Anwesenheit im Harn bisher angenommen wurde. Durch dieses Resultat meiner Untersuchung wird also erstens die Abwesenheit der Milchsäure auch im frischen Harn, zweitens aber die Anwesenheit einer neuen Säure in demselben erwiesen. Diefs ist ein neuer Beweis, dafs diejenigen Materien, welche wir Extractivstoffe zu nennen pflegen, so recht eigentlich Fundgruben sind für chemische Forschungen, und es ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs manche derselben eine wichtigere Rolle im thierischen Körper spielen, als man bisher der Meinung war. Ob diefs von der von mir aufgefundenen neuen Säure gesagt werden dürfe, müssen erst weitere Untersuchungen lehren. Bis jetzt habe ich die Säure erst ein Mal dargestellt, es bleibt also zunächst

nachzuweisen, ob sie in jedem menschlichen Harn fertig gebildet vorkommt, oder ob sie sich nur zuweilen darin findet, oder erst durch die Operation bei ihrer Darstellung gebildet wird. Im ersteren Falle würde dadurch ohne Zweifel die geistvolle Ansicht Liebig's über die saure Reaction des Harns so modificirt werden, daſs auch ihr ein Theil derselben zugeschrieben werden müſste. Ich hoffe dieſs durch weitere Untersuchung dieser Säure später entscheiden zu können.

Ihre Eigenschaften sind folgende:

Wie ich schon erwähnte, ist sie in Wasser leicht löslich, und scheidet sich daraus beim Abdampfen in Krystallen ab. Diese Lösung röthet stark Lackmuspapier und schmeckt sauer. Auch Alkohol löst sie auf, jedoch nicht ganz so leicht, wie Wasser; Aether aber nimmt nur wenig oder gar nichts davon auf. Auf dem Platinblech erhitzt, schmilzt sie, indem sie sich bräunt, und läſst eine schwer verbrennliche Kohle zurück, welche aber durch stärkere Hitze vollständig verschwindet.

Aus der Darstellungsweise geht hervor, daſs diese Säure mit Zinkoxyd ein sehr schwer lösliches, in mikroskopischen Krystallchen sich abscheidendes Salz bildet. Uebersättigt man die Säure mit Ammoniak und dampft die Flüssigkeit im Wasserbade ein, so entweicht so viel Ammoniak, daſs sie wieder sauer reagirt; dampft man sie zur Trockne ein, so daſs alles Ammoniak, was bei dieser Temperatur entweichen konnte, entfernt ist, und versetzt die Masse mit kaustischem Kali, so entwickelt sich noch Ammoniak in nicht unbedeutender Menge. Es scheint daher diese Säure, wie so viele organische Säuren, saure Salze zu bilden. Dieses so erhaltene Ammoniaksalz ist im Wasser etwas schwerer löslich als die Säure selbst. Sättigt man die Säure genau mit Kali, so bildet sich ein leicht lösliches Salz, dessen Auflösung mit schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt keinen Niederschlag giebt. Aus dieser Mischung wird das Kupferoxyd durch einen

Ueberschufs von Kali nicht gefällt, die Farbe der Lösung wird aber etwas dunkler. Essigsaures Bleioxyd gab damit nur eine schwache Trübung, die höchst wahrscheinlich von einer geringen Menge einer Verunreinigung herrührte. Durch salpetersaures Silberoxyd erhielt ich keine Fällung, und diese Mischung wurde, nachdem sie ammoniakalisch gemacht war, durch Kochen nicht verändert. Eine mit Ammoniak neutral gemachte Lösung von Eisenchlorid gab mit derselben keinen Niederschlag. Sie unterscheidet sich also auch durch diese Reaction von der Hippursäure. Lösungen von Alaun, Chlorbaryum und Chlornatrium gaben damit keinen Niederschlag, letztere auch nicht, wenn sie vorher ammoniakalisch gemacht worden waren.

Die Zusammensetzung dieser Säure habe ich noch nicht bestimmen können, weil die Quantität derselben, welche ich aus den angewendeten 50 Pfund Harn erhielt, nur sehr gering war. Sie betrug etwa einen halben Gramm. Zudem war sie nicht einmal vollkommen weifs; ich hätte also bei ihrer Reinigung gewifs noch bedeutend davon einbüfsen müssen. Ich wage daher auch nicht ihr einen Namen beizulegen, da es sehr möglich ist, dafs sie mit einer von den Säuren identisch wäre, welche aus der Harnsäure mittelst verschiedener Reagentien erhalten werden. Dafs sie aber Stickstoff in grofser Menge enthält, habe ich leicht nachweisen können. Ich bediente mich dazu der Methode, nach welcher eine kleine Menge der Substanz mit Natrium in einer an einem Ende zugeschmolzenen Röhre geglüht, die geglühte Masse mit Wasser ausgezogen, und die filtrirte Flüssigkeit mit einer Eisenoxydullösung und dann mit Salzsäure versetzt wird. Es entstand bei meinem Versuch ein starker blauer Niederschlag von Eisencyanürcyanid.

XV. *Ueber das Cyanoxysulfid;*
von Dr. C. Voelckel in Solothurn.

Das Cyanoxysulfid entsteht bekanntlich, wenn man in eine etwas concentrirte Lösung von Schwefelcyan-Schwefelkalium Chlor leitet, mit der Vorsicht, die Lösung beständig durch kaltes Wasser von Aufsen abzukühlen. Auf die übereinstimmenden Analysen von Parnell und mir habe ich die Formel: $C_8N_8H_4OS_8$ berechnet, und in meiner zweiten Abhandlung zu beweisen gesucht, dafs die rationelle Zusammensetzung $= C_8N_8 \left.\begin{matrix} O \\ S_6 \end{matrix}\right\} + 2H_2S$ ist; ferner dafs dasselbe, wenn nicht als ein einfacher Körper, doch als eine Verbindung zweier, nämlich:

$$C_4N_4S_4 + H_2S \text{ und } C_4N_4 \left.\begin{matrix} O \\ S_2 \end{matrix}\right\} + H_2S$$

zu betrachten sey. Es ist mir seither gelungen das Atomengewicht desselben mittelst der Bleiverbindung zu bestimmen, wodurch das bisher angenommene bestätigt wird. Man erhält die Bleiverbindung, wenn man das Cyanoxysulfid in Kali auflöst, indem man dasselbe mit einer concentrirten reinen Kalilösung zusammenreibt und darauf eine gröfsere Menge Wasser hinzufügt, die klare Lösung mit einem Ueberschufs an essigsaurem Bleioxyd vermischt und darauf Essigsäure bis zur sauren Reaction hinzusetzt. Die Bleiverbindung stellt ein gelblich-bräunliches Pulver dar.

I. 0,502 Grm. gaben 0,194 Grm. Kohlensäure und 0,021 Grm. Wasser, entsprechend 10,55 Proc. Kohlenstoff und 0,464 Proc. Wasserstoff [1]).

1) Diese Menge Wasserstoff ist so geringe, dafs man denselben als nicht wesentlich betrachten kann; sie rührt theils von hygroskopischem Wasser, theils aber auch von Wasser her, das die Bleiverbindung selbst

II. 0,384 Grm. gaben 0,260 Grm. schwefelsaures Bleioxyd =46,23 Proc. Blei.

III. 0,422 Grm. gaben 0,284 Grm. schwefelsaures Bleioxyd =45,95 Proc. Blei.

Diefs entspricht der Formel: $C_8 N_8 O S_6 + 2PbS$, welche giebt:

		Berechnet.		Gefunden. I.	II.	III.
8 At. Kohlenstoff	=	600,96	10,73	10,55		
8 At. Stickstoff	=	700,00	12,50			
1 At. Sauerstoff	=	100,00	1,78			
8 At. Schwefel	=	1609,24	28,77			
2 At. Blei	=	2589,00	46,22		46,23	45,95
Atomengewicht	=	5599,20	100,00.			

Berzelius stellt in dem letzten Jahresbericht auch eine Ansicht über die rationelle Zusammensetzung des Cyanoxysulfids auf, ich verweise hinsichtlich derselben auf meine zweite Abhandlung.

XVI. *Verbesserung des Wollaston'schen Instruments zum Messen des Brechungsvermögens; von John Thomas Cooper.*

(*Memoirs of the chemical Society of London, Vol. I p.* 235. Auszug.)

Statt eine einzige Glasart anzuwenden, wie es Wollaston empfiehlt [1]), nimmt Hr. C. deren verschiedene, je nach der Natur der zu untersuchenden Substanz, und zwar

nach dem Trocknen bei 100° noch zurückhält. Ueberhaupt erhält man bei der Analyse aller schwefelhaltigen Körper mittelst Kupferoxyd immer einen Ueberschufs von Wasserstoff, indem sich bei der Verbrennung schweflige Säure bildet, welche sich in dem Wasser der Chlorcalciumröhre auflöst und dadurch das Gewicht derselben vermehrt.

1) Einrichtung und Theorie des Wollaston'schen Instruments finden sich in Gilbert's Annalen, Bd. XXXI S. 235, beschrieben. *P.*

zwar jedesmal eine solche, dafs, wenn an die Grundfläche des daraus gebildeten Prismas die zu untersuchende Substanz gebracht ist, man bei gehöriger Betrachtung weder zu stumpfe, noch zu scharfe Einfallswinkel erhält, weil in solchen äufsersten Fällen die Resultate leicht fehlerhaft werden. Die Glasprismen, welche Hr. C. gewöhnlich anwendet, haben für Fraunhofer's Strahl *b* ein Brechverhältnifs respective von:

1,516 d. i. gemeines Tafelglas;
1,583 d. i. gemeines Flintglas;
1,635 ein sehr schweres Flintglas, von Hrn. C. vor einigen Jahren zu optischen Zwecken dargestellt;
1,816 Faraday's Glas aus borsaurem Blei.

Um diese Glasprismen zu gebrauchen, war an dem von Wollaston vorgeschlagenen Instrument eine Abänderung nöthig, wenn nicht jedes Prisma ein besonderes Instrument erfordern sollte.

Zu dem Ende versetzt Hr. C. den Zeiger von dem längeren Stabe an den kürzeren (Taf. III Fig. 5), und richtet den längeren *a* so ein, dafs er von 15,16 bis 18,16 Zoll verlängert werden kann, während der kürzere *b* unverändert die von Wollaston vorgeschlagene Länge von 10 Zoll behält, und dem gemäfs der Zeiger *c* halb so lang ist, nämlich 5 Zoll mifst. Die Grundleiste *d* ist etwa 2 Fufs lang, und ihrer ganzen Länge nach mit einer schwalbenschwanzförmigen Furche versehen. In dieser Furche ist ein Stück *e* leicht verschiebbar und an jeder beliebigen Stelle mittelst einer Klemmschraube zu befestigen. An diesem verschiebbaren Stück sitzt ein Gelenk, und an letzterem wiederum einer der verschiebbaren Stäbe 1, während der andere verschiebbare Stab 2 durch ein Gelenk mit dem Stab *b* verknüpft ist. Die an einander verschiebbaren Stäbe können durch eine Klemmschraube in beliebiger Stellung befestigt werden. Der Stab *b* sitzt durch ein Gelenk an dem unverrückbaren Klotz *f* von etwa 2 Zoll im Quadrat. Dieser besitzt eine Aushöhlung von etwa drei Viertelzoll im Quadrat, um so die zu untersuchende und an die Basis einer der Glasprismen gebrachte Substanz an der Berührung mit dem Holze des Klotzes zu verhindern.

Genau in der Mitte des Stabes *b* sitzt an einem Gelenk der Zeiger *c*, der von Messing ist und eine sehr

scharfe Schneide hat. Letztere gleitet auf der Skale *g* der Bodenleiste *d* fort, und wird durch den Druck des Stabes *b* in jeder Lage mit ihr in Berührung gehalten. Wenn die Axen der Gelenke die richtigen Abstände von einander haben, bleibt dabei die Schneide des Zeigers immer senkrecht gegen die Axe des Gelenks, welches den Stab *b* mit dem verlängerbaren Stab *a* verbindet.

Die Zurichtung dieses Instruments ist folgende. Hat man ein Glasstück genommen, das im Stande ist mit der zu untersuchenden Substanz bei mittleren Einfallswinkeln (d. h. bei Winkeln zwischen 35° und 65°) eine totale Reflexion zu geben, hat man z. B. ein Prisma von der Brechkraft 1,635, wie es zur Bestimmung der Brechkraft der meisten fetten Oele erforderlich seyn würde, so hätte man dem Stabe *a* zwischen den Axen der Gelenke eine Länge von 16,35 Zoll zu geben, und auf der Bodenleiste zu verschieben, bis die Schneide des Zeigers auf 0,635 der Skale steht. Das Prisma mit der an seine Basis gebrachten Substanz ist dann auf dem Klotz in seine Lage zu bringen, und der ganze Apparat so aufzustellen, dafs das Licht des Himmels darauf fallen und von der Basis des Prismas reflectirt werden kann.

Man blickt längs der oberen Kante des kurzen Stabes *b* und hebt oder senkt diesen, bis man in dem hellen, von der Basis des Prisma reflectirten Licht noch den schwächsten Schein der Substanz erkennt, welcher, wenn man gehörig verfährt, eine sehr blafsblaue oder bläulichgrüne Farbe besitzt. Hat man diefs erreicht, so giebt der Zeiger die Brechkraft der untersuchten Substanz an. Wenn eine sehr flüchtige Substanz, z. B. eine Aetherart oder Hydrocyansäure, untersucht werden soll, pflegt Hr. C. ein kleines Planglas von dunkler Farbe mittelst der zu untersuchenden Substanz leicht an die Basis des Prismas anzudrücken. Diefs hindert die Verdampfung hinlänglich lange, um mit Mufse und Genauigkeit die Brechkraft bestimmen zu können. Ueberhaupt ist diefs Verfahren bei allen Flüssigkeiten rathsam, da es denselben eine gröfsere und gleichförmige Oberfläche giebt.



Blei enthält, und das Blei, obwohl weit weniger flüchtig als das Zink, nach den Gesetzen der Destillation gemengter Körper, im Zinkgase verdunstet und mit demselben sich condensirt, weshalb also die Destillation diese beiden Metalle nicht vollkommen trennen kann.

Er bereitete nun ein vollkommen reines Zinkoxyd, mengte dasselbe mit Zucker, verkohlte den Zucker durch gelindes Glühen der Masse in einem bedeckten Tiegel, brachte das solchergestalt gemengte Oxyd in eine Porcellanröhre, setzte es einer sehr hohen Temperatur aus, und reducirte es in einem Strom von Wasserstoff. Das so erhaltene reine Zink wurde zur Oxydation verwandt und der aufgenommene Sauerstoff bestimmt. Dabei fand sich, dafs der Versuch nicht im Platintiegel angestellt werden kann, weil, als am Ende des Versuchs das Zinkoxyd herausgenommen wurde, das Platin sich an allen Stellen, wo es mit dem Zinkoxyd in Berührung gewesen, blau gefärbt zeigte, herrührend von gebildeten Zinkplatin. Diefs veranlafste, dafs das Atomgewicht zu hoch ausfiel.

Als der Versuch im Porcellantiegel angestellt wurde, war dieser Anlafs zur Fehlerhaftigkeit vermieden.

Vier Versuche gaben nun für das Atomgewicht des Zinks die Zahlen:

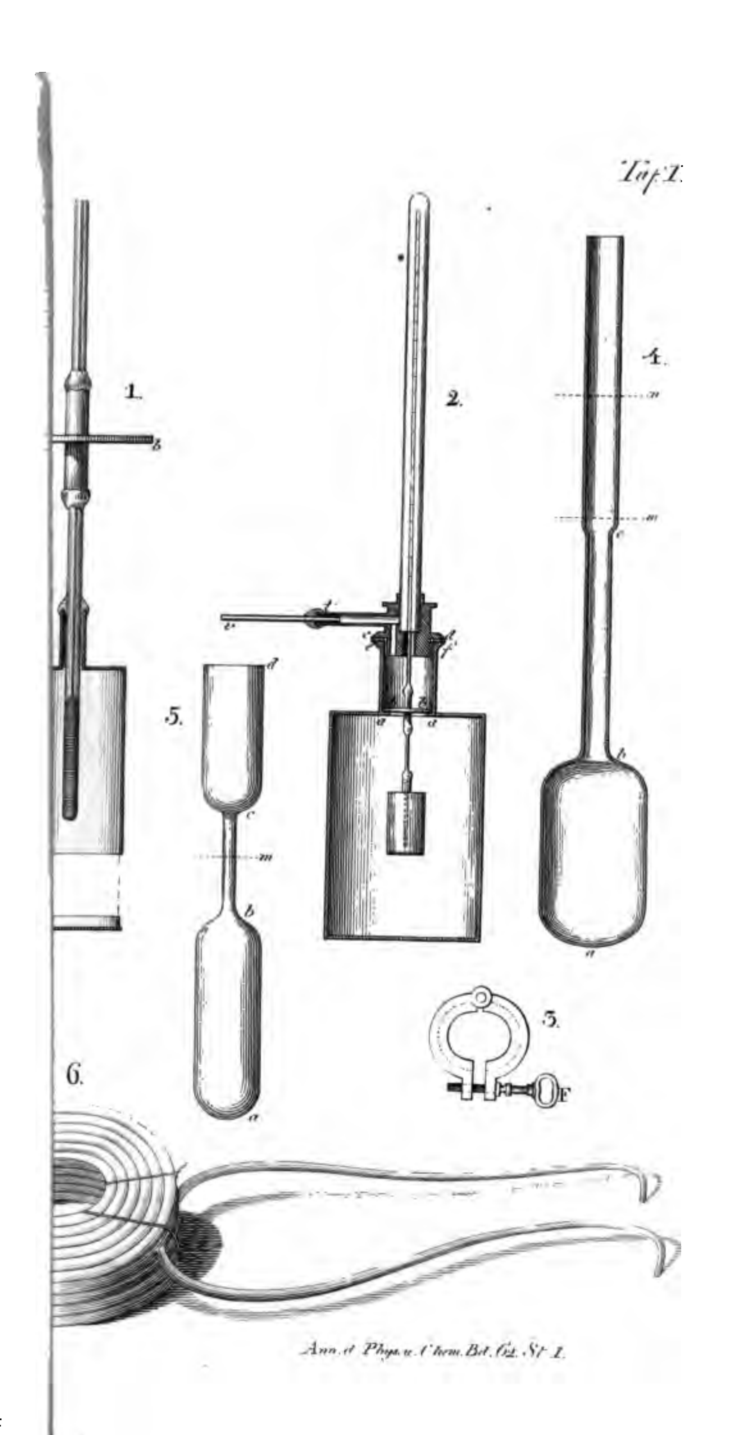
406,249 406,519 406,649 406,947.

Die Mittelzahl der Decimalen, deren Schwankungen nicht mehr betragen, als was man bei allen Versuchen unvermeidliche Beobachtungsfehler nennt, ist 0,591, so dafs also aus diesen Versuchen für das Zink das Atomgewicht 406,591 hervorgeht, nur 3,365 höher als das früher angenommene (403,226 nach Gay-Lussac's Bestimmung).

Hr. Erdmann berechnete hiernach die Zusammensetzung des

		ältere Zahl.
Zinkoxyds zu:		
Zink	80,26	80,13
Sauerstoff	19,74	19,87
Schwefelzinks zu:		
Zink	66,91	66,72
Schwefel	33,09	33,28
Schwefelsauren Zinkoxyds zu:		
Zinkoxyd	50,26	50,10
Schwefelsäure	49,74	49,90.

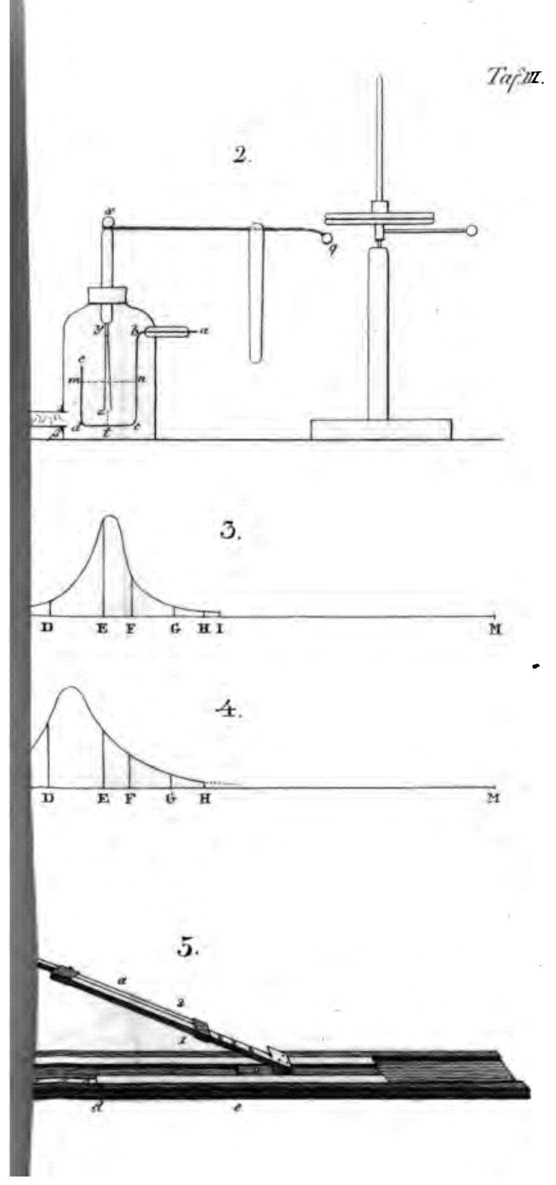
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.


Taf. I.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 62. St. 1.








2.
x
q
y
b
a
c
m
n
z
d
t
e
β
3.
D
E
F
G
H
I
M
4.
D
E
F
G
H
M
5.
a
d
e

